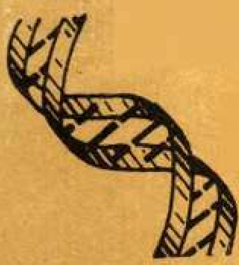
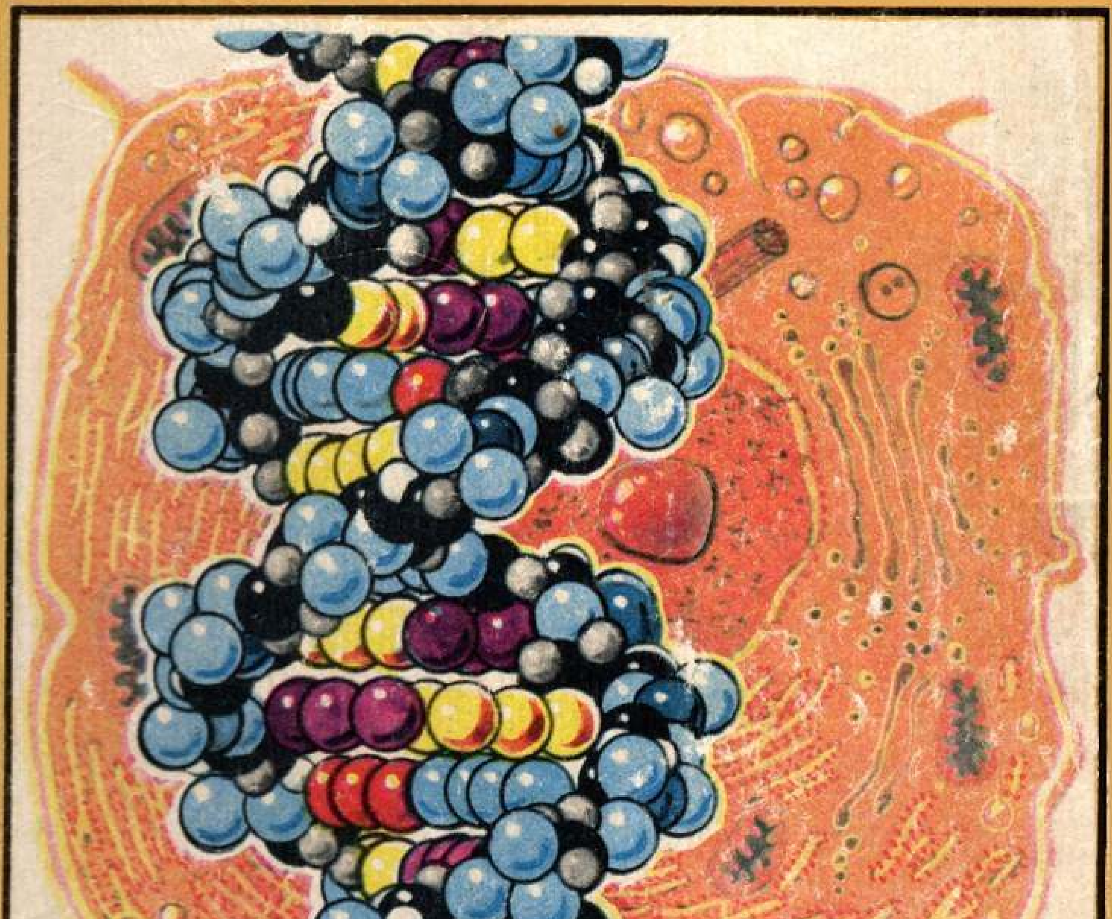
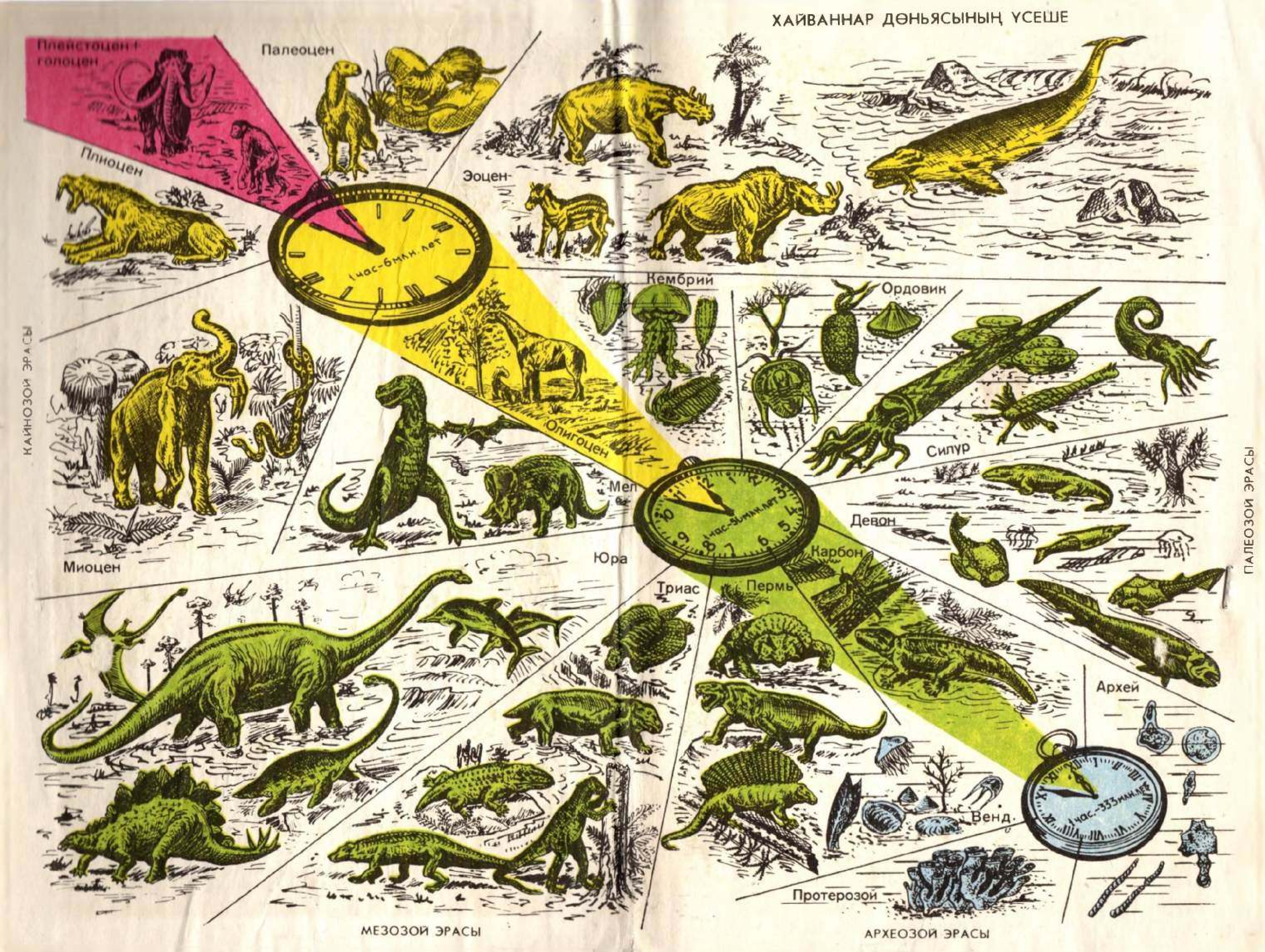
ГОМУМИ БИОЛОГИЯ



10–11





ХАЙВАННАР ДӨНЬЯСЫНЫҢ ҮСЕШЕ
Плейстоцен + голоцен
Палеоцен
Плиоцен
Эоцен
1 час-6млн. лет
Кембрий
Ордовик
Олигоцен
Мел
Силур
Девон
Карбон
Миоцен
Юра
Триас
Пермь
Архей
Венд
1 час-333млн. лет
Протерозой
КАЙНОЗОЙ ЭРАСЫ
ПАЛЕОЗОЙ ЭРАСЫ
МЕЗОЗОЙ ЭРАСЫ
АРХЕОЗОЙ ЭРАСЫ

ҖИРДӘ ХАЙВАННАР ДӨНЬЯСЫНЫҢ ҮСЕШ ЭТАПЛАРЫ

Зәңгәр төс белән тереклек үсешенең башлангыч этаплары бирелгән. Бу этапларда тереклекне бактерияләр һәм яшькелт-зәңгәр суүсемнәр тәшкил итәләр. Бары тик венд чорында гына күпкүзәнәклеләр (эчәккуышлылар, буынтыгаяклылар, моллюсклар, энәтиреләләр) киң таралалар. Бу — иң борынгы тереклек эрасы (аны археозой яисә архей эрасы дип атыйлар).

Яшел төс белән хайваннар дөньясының палеозой һәм мезозой эраларындагы үсеш этаплары билгеләнгән.

Кембрий чорында күп кенә хайваннарда скелет барлыкка килә. Ордовик чорында тереклек элеккечә диңгезләрдә бара, ә силур — девон чорларында инде буынтыгаяклылар, моллюсклар һәм беренче хордалылар коры җирдә дә күренә башлыйлар. Ләкин бу чорның азагында алар ароморфлы, ягъни коры климатка яхшырак җайлашкан сөйрәлүчеләр тарафыннан кысрыкланалар, пермь чорында сөйрәлүчеләр киң таралалар. Бөтен мезозой эрасы (триас, юра, акбур чорлары) — сөйрәлүчеләр: динозаврлар, ихтиозаврлар, оча торган кәлтәләр, ташбакалар, крокодиллар өстенлек иткән эпоха. Алардан соңгы ароморфлы хайваннар — имезүчеләр һәм кошлар — мезозой чорында килеп чыксалар да, алар бары тик соңгы эрада — кайнозой эрасында гына үсеш алалар.

Сары төс белән хайваннар дөньясының кайнозой эрасындагы үсеш этаплары күрсәтелгән. Палеоценнан башлап, кошлар һәм имезүчеләр (тояклылар, ерткычлар, хортумлылар, китсыманнар, приматлар) үсеш алалар һәм камилләшәләр.

Алсу төс белән соңгы чор — плейстоцен белән голоцен (хәзерге чор) бирелгән. Бу — кешенең үсеш эпохасы (циферблатта ул бер сәгатьтән дә кимрәк).

ГОМУМИ БИОЛОГИЯ

Урта мәктәпнең
10—11 класслары өчен дәреслек

СССР Фәннәр Академиясе член корреспонденты Ю. И. Полянский редакциясендә

СССР Халык мәгарифе дәүләт комитеты тарафыннан расланган

Тәрҗемә Татарстан ССР Халык мәгарифе министрлыгы тарафыннан расланган

КАЗАН
ТАТАРСТАН КИТАП НӘШРИЯТЫ
1992

ББК 28.0я72
Г11

Ю. И. ПОЛЯНСКИЙ, А. Д. БРАУН, Н. М. ВЕРЗИЛИН
А. С. ДАНИЛЕВСКИЙ, Л. Н. ЖИНКИН, В. М. КОРСУНСКАЯ,
К. М. СУХАНОВА

Общая биология: Учеб. для 10—11 кл. сред. шк./ Утверждено Государственным комитетом СССР по народному образованию.—21-е изд.— М.: Просвещение, 1991

Гомуми биология: Урта мәкт. 10—11 кл. өчен дәреслек /
Г11 Ю. И. Полянский, А. Д. Браун, Н. М. Верзилин һ. б.; Ю. И. Полянский редакциясендә; Русчадан Р. Х. Камалова, Г. Х. Акчувакова; Ф. Г. Иштирәкова тәрж.— Казан: Татар. кит. нәшр., 1991.—343 б.: ил.
ISBN 5—298—01102—0

Г $\frac{4306021100-214}{М132(03)-91}$ БЗ—58—42—91 ББК 28.0я72

ISBN 5—298—01102—0

© Издательство «Просвещение», 1988
© Татарчага тәржемә, Татарстан китап нәшрияты, 1988

Кереш

Биология фәннәре тере организмнар төзелеше һәм функцияләренең күптөрлелеген, аларның үсешен һәм яшәү тирәлеге белән үзара бәйләнешен өйрәнә. Биология өйрәнә торган объектлар һәм процесслар ничек кенә төрле булмасын, аларны гомуми бер үзлек — барысына да хас тереклек үзлеге берләштерә. Моның белән алар терек булмаган табигать җисемнәреннән — тау токымнары, минераллар һәм башка шундыйлардан нигездән аерылалар.

Нәрсә соң ул тереклек? Тере җисемнәр тере булмаганнардан кайсы ягы белән аерыла? Барлык тере организмнарга аеруча нинди гомуми үзлекләр хас? Шул сорауларга җавап бирү — тереклек күренешләренең барлык организмнар өчен дә төп һәм уртак закончалыкларын өйрәнә торган фән — гомуми биология фәне бурычларыннан берсе.

Галимнәр күп гасырлар буена «тереклек сере»н ача алмаганнар һәм аның сыйфат үзенчәлеген организмнарда үзенә бертөрле материаль булмаган табигать башлангычы яшәүгә кайтарып калдырганнар һәм аны «тереклек көче» (латинча vis vitalis) дип атаганнар.

Биологиянең XIX гасырдагы уңышлары һәм Ч. Дарвинның органик дөньяның тарихи үсеше законын ачуы биологларның күпчелеген идеализмнан баш тартырга һәм төп биологик проблемаларны тереклекнең материаль нигезләрен танып белү юлы белән хәл кылырга мәҗбүр итте.

Бу китапта тереклекнең төп материаль законнарын танып белүдә гомуми биологиянең әһәмиятле казанышлары турында языла.

Органик дөнья үзгәреп тора. Җирдә тереклек, барлыкка килгән вакытыннан башлап, табигый материаль сәбәпләр аркасында, туктаусыз үсеш кичерә. Органик дөньяның тарихи үсеше (эволюциясе) законнарын танып белү — гомуми биологиянең төп бурычларыннан берсе.

Биология Җирдәге тереклекнең бөтен күптөрлелеген, аның төрле төзелеш дәрәҗәләрен: организм, популяция, төр, биогеоценоз, биосфера дәрәҗәләрен өйрәнә. Үсемлекләр һәм хайваннар,

гөмбәләр һәм микроблар организмын тикшерү аларның төзелешендәге, күзәнәкнең химик составындагы үзенчәлекләрне ачыклау, аларга хас тереклек эшчәнлеге процессларын һ. б. белү мөмкинлеген тудыра.

Үсемлекләр, хайваннар, гөмбәләр һәм микроорганизмнар дөньясы гаҗәп күптөрле булуга карамастан, аларның төзелешләрендә бердәмлек барлыгы ачыкланды. Бу бердәмлек шуннан гыйбарәт: барлык организмнарның диярлек төзелеше нигезендә биологик структур берәмлек — күзәнәк ята. Төзелеш бердәмлеге һәм төрле организмнар күзәнәкләренең тереклек эшчәнлеге — иң мөһим гомум биологик закончалыкларның берсе, ул органик дөньяның килеп чыгуындагы уртаклыкны күрсәтә. Күзәнәкнең структурасын һәм функциясен өйрәнү — гомуми биологиянең мөһим бурычы. Тереклекнең материальлеге буыннан буынга күчерүне тәэмин итүче бердәнбер чара буларак, күзәнәкнең үрчүе күзәнәкне өйрәнүдә зур кызыксыну тудыра һәм үзәк урын алып тора.

Һәр организм үзен чолгап алган тирәлек белән тыгыз бәйләнештә тора. Организм белән тирәлек арасында өзлексез матдәләр һәм энергия алмашы бара. Шуның белән бергә, һәр организм үзен-үзе регуляцияли алуга искиткеч сәләтен күрсәтә. Бу — организмның үзе яшәп торганда төзелешен, химик составын, физик үзлекләрен саклавыннан гыйбарәт. Мәсәлән, әйләнә-тирәлектә температура нинди булуга карамастан, җылы канлы хайваннарның тән температурасы үзгәрешсез кала. Төче суда яшәүче амеба цитоплазмасының физик үзлекләрен, тозлары составын, күзәнәк эчендәге осмотик басымны даими саклый. Ул, үзенең бербөтенлеген саклаган хәлдә, матдәләр һәм энергия алмашын регуляцияли. Организмның үзен-үзе регуляцияләү механизмнары турындагы мәсьәлә — гомуми биология проблемаларының берсе ул.

Соңгы елларда биология, химия, физикага чиктәш булган һәм молекуляр биология дип аталган фән тармагы бигрәк тә көчле үсеш ала. Аның бурычы — тереклекнең төп күренешләрен (матдәләр алмашы, нәселдәнлек, ярсынучанлык) күзәнәкне төзүче молекулалар дәрәҗәсендә өйрәнү. Молекуляр биология кешенең тереклек процесслары белән идарә итүендә киң перспективалар ача. Молекуляр биология методларын теориядә генә түгел, бәлки практикада да киң куллана торган генетика — организмнарның үзгәрүчәнлеге һәм нәселдәнлеге турындагы фән — гаять зур уңышларга иреште. Генетика селекциянең нигезе булып тора,

селекциянең бурычы исә — культуралы үсемлек сортларының һәм йорт хайваннары токымнарының булганнарын яхшырту һәм яңаларын китереп чыгару.

Генетика алдында медицинада һәм халык хуҗалыгында файдаланыла торган төрле организмнарның — микроорганизмнарның, үсемлекләрнең, хайваннарның нәселдәнлек табигатен кеше файдасына үзгәртү буенча киң перспективалар ачыла.

Җирдә үсемлекләр, хайваннар, гөмбәләрнең 2 миллионнан артыграк төре табылган. Биология төрләрнең таралу закончалыкларын, аларның яшәү тирәлегенә җайлашуларын, алар арасындагы төрле-төрле бәйләнешләрне тикшерә. Ул шулай ук төрнең структур берәмлеген — популяцияне: аның сан ягыннан зурлыгын, яшь составын, популяцияләр арасындагы бәйләнешләрне өйрәнә.

Төрле төрләрнең тышкы тирәлек белән һәрвакыт бәйләнештә торган популяцияләре табигый комплекслар (буа, урман, болын һ. б.) составына керә. Биогеоценозлар дип аталган шундый комплексларның һәркайсы үсемлекләр, хайваннар, микроорганизмнарның билгеле бер төрләреннән барлыкка килә. Шундый комплексларны өйрәнү белән, башка биологик фәннәр рәтендә, экология — гомуми биологиянең бер бүлеге шөгыльләнә.

Биогеоценозларның бөтен системасы тереклек яши торган үзенә бертөрле тышчаны — биосфераны тәшкил итә. Җирнең йөзе формалашуда, тау токымнары, атмосфера һәм гидросфера барлыкка килүдә биосфера бик әһәмиятле роль уйный. Моны дәлилләү өчен, мәсәлән, Җирнең һава тышчасында ирекле кислородның булуы тулысы белән яшел үсемлекләрнең тереклек эшчәнлегенә — фотосинтез процессында кислород бүлеп чыгаруларына бәйле икәнлеген күрсәтү дә җитә. Ирекле кислородның булуы хәзерге үсемлек һәм хайваннарга яшәү мөмкинлеге тудыра. Шулай итеп, гомуми биология терек табигатьне аның барлык төзелеш дәрәҗәләрендә — организмнан башлап биосферага кадәр булган дәрәҗәсендә өйрәнә.

Биологик законнарны танып белү терек табигатьне идарә итү һәм аны кеше файдасына үзгәртү өчен киң перспективалар ача. Табигый байлыклардан — урман, болын, елгалардан — файдалану организмнар белән әйләнә-тирә мохит арасындагы үзара мөнәсәбәтләрне билгели торган биологик законнарны белүгә нигезләнергә тиеш. Биология культуралы яңа биогеоценозлар барлыкка китерү юлларын күрсәтә.

Биология законнарын белми торып, үсемлек һәм хайваннарны яңа климат шартларына яраклаштыру, диңгезләрдә һәм төче сулыкларда балык байлыгын арттыру мөмкин түгел.

Кешелек дөньясы һәм аның киләчәге өчен табигатьне саклау аеруча зур әһәмияткә ия. Безнең илебездә табигатьне саклау һәм табигый ресурслардан рациональ файдалану иң мөһим гомумдәүләт бурычларына әверелде, халыкның тормыш шартлары шул бурычны хәл итүгә бәйле.

Табигатьне саклау Совет Социалистик Республикалар Союзы Конституциясенең 18 статьясында каралган, анда болай диелә:

«Хәзерге һәм киләчәк буыннар интересларында СССРда җирне һәм җир асты байлыкларын, су ресурсларын, үсемлекләр һәм хайваннар дөньясын саклау һәм, фәнни нигездә, рациональ файдалану өчен, һава һәм суны чиста тоту, табигый байлыкларны яңартуны тәэмин итү һәм кешене чолгап алган мохитны яхшырту өчен кирәкле чаралар күрелә».

Төп Законның бу статьясын тормышка ашыру өчен, безнең илебездә табигатьне саклау буенча планлы зур эш алып барыла. 1980 елның 25 июнендә СССР Верховный Советы Хайваннар дөньясын саклау һәм файдалану турында Закон кабул итте. Бу Закон нигезендә хайваннарны исәпкә алу, аларны файдалануны җайга салу, файдалы һәм сирәк очрый торган хайваннарның үрчүе һәм саклануы өчен уңайлы шартлар тудыру, Советлар Союзының төрле регионнарында яңа заказниклар һәм тыюлыклар оештыру буенча күп кенә мөһим чаралар гамәлгә ашырыла. «Кызыл китаплар» булдырылды, анда СССР флорасының һәм фаунасының аларга карата саклауның аерым чаралары зарур булган бик сирәк вәкилләре кертелгән. Совет кешеләренең бурычы — Туган илебезнең табигатен саклау буенча үткәрелә торган чараларда актив катнашу.

Табигатьне саклау һәм рациональ файдалану мәсьәләләре, ул дәүләт ничек кенә зур булмасын, бер генә дәүләт тарафыннан җайга салына алмый. Бу — безнең бөтен планетабызга кагыла торган актуаль проблема. Шуңа күрә бу мәсьәләләр Берләшкән Милләтләр Оешмасы (БМО) системасындагы халыкара оешмаларда тикшерелә һәм тирәнтен эшкәртелә. 1975 елның июлендә Европада иминлек һәм хезмәттәшлек буенча Хельсинкида булып үткән Киңәшмәдә табигатьне саклау һәм рациональ файдалану мәсьәләләренә зур игътибар бирелде, анда Европаның 33 дәүләте, шул исәптән Советлар Союзы, шулай ук АКШ һәм Канада

хөкүмәтләренең башлыклары катнашты. Бу Киңәшмәнең Йомгаклау актында һаваны чиста тоту өчен көрәштә, төче сулыкларны һәм диңгез суларын саклауда, туфрак катламын саклауда, терек табигатьне саклауда һәм тыюлыклар барлыкка китерүдә, кеше яши торган районнарда әйләнә-тирә мохитның торышын яхшыртуда, кабул ителгән халыкара программалар буенча әйләнә-тирә мохитны тикшеренүләрне киң җәелдерүдә халыкара киң хезмәттәшлек күздә тотыла. Халыкара программаларны эшләүдә Советлар Союзы актив катнаша.

Берләшкән Милләтләр Оешмасының Генеральный Ассамблеясе 1982 елны тантаналы рәвештә «Бөтендөнья табигать хартиясе»н игълан итте. Принципиаль әһәмияте булган бу документ нигезендә төп табигый процесслар бозылмаска, барлык тереклек формалары популяцияләренең саны аларның исән калуын тәэмин итәрлек дәрәҗәдә сакланырга тиеш.

Тереклек законнарын танып белү медицина өчен бик әһәмиятле. Кешенең нәселдәнлеген җентекләп өйрәнергә һәм нәселдән килә торган авырулар белән көрәшә белергә кирәк. Рак авыруын күзәнәктә яман шешкә әверелгәндә барган үзгәрешләрнең асылын ача торган тирән биологик тикшеренүләр нигезендә генә җиңеп чыгарга мөмкин.

Биологиянең башка табигать фәннәре — химия, физика, математика белән бәйләнеше торган саен арта бара.

Биологиянең үсеше өчен техниканың һәм организмнарны тикшерү методларының камилләшүе гаять зур әһәмияткә ия.

Кеше космоска үтеп кергән гасырда биология алдына яңа бурычлар килеп баса. Космик корабльләрдә космонавтларның туклануын, аларга кирәгенчә кислород булдыруны, һәртөрле калдыкларны файдалы эшкә тотуны һәм башка шундый ихтыяҗларны тәэмин итәрлек биологик системалар эшләнәчәк.

Бу юнәлешләрдә тикшеренүләр Җирдәге лабораторияләрдә дә, шулай ук космик корабльләрдә дә киң колач белән алып барыла.

Хәзерге көндә биология бик тиз үсүче фәннәр исәбенә керә, аның казанышлары кешелек дөньясының киләчәге өчен гадәттән тыш әһәмияткә ия. Кайбер галимнәрнең, без «биология гасыры»на аяк басабыз, ул кешелек дөньясын тереклекнең төп законнары белән идарә итүгә китерәчәк, дип раслаулары очраклы хәл түгел.

I бүлек

Эволюцион тәгълимат

1. Ч. Дарвинга кадәрге эволюцион карашлар. Дарвин тәгълиматы барлыкка килү

Җирдә кимендә 2 млн. төр хайван, 0,5 млн. га якын төр үсемлек, йөзләрчә мең төр гөмбәләр һәм микроорганизмнар яши. Төрләрнең гаять зур күптөрлелеге һәм аларның тереклек шартларына җайлашулары ничек барлыкка килгән соң? Бу сорауга терек табигать эволюциясенең фәнни теориясе җавап бирә. Аның нигезен XIX гасырда бөек инглиз галиме Чарлз Дарвин салган.

Дарвинга кадәр биологларның күпчелеге, тере организмнар даими һәм үзгәрмәүчән — алла ничә төрле җан яраткан булса, алар шулхәтле; җан иясе, аның әгъзалары нинди максатта ятылса, алар шуңа туры киләләр дигән караштa торганнар. Бу чор карашларының асылы: табигать — даими, үзгәрмәүчән һәм баштан ук максатка ярашлы итеп яратылган дип күзаллаулардан гыйбарәт. Дөньяга мондый караш метафизик күзаллаулар дигән исем алган (грекча «физис» — табигать, «мета» — өстә). Метафизик күзаллауларны чиркәү һәм хаким сыйныфлар яклап чыккан.

Карл Линней хезмәтләре. XVII—XVIII гасырларда хайваннар, үсемлекләр һәм минералларның төрләре турында бик күп тасвирламалар туплана. Бу материалларны билгеле бер системага китерү кебек гаять зур бурычны швед натуралисты, врач Карл Линней (1707—1778) башкара. Ул, ник сизелеп торган бер-ике охшаш билге нигезендә, организмнарны төрләргә, ыругларга, классларга берләштергән. Кешене һәм кешесыман маймылларны бер отрядка дөрес урнаштырган. Линней фәнгә үзенә кадәрге галимнәр тәкъдим иткән ике латин сүзеннән торган ыруг һәм төр исемнәрен кертеп җибәргән (Canis familiaris — йорт эте, Ribes rubrum — кызыл карлыган һ. б.). Латин исемнәре төрле илләр галимнәренең аралашуына ярдәм иткән.

Линней, табигатьтә «алла кодрәте»н раслый торган баштан ук максатка ярашлы итеп яратылу барлыгына ышанып, табигать

Хайваннарның конкрет тереклек шартларына саклагыч җайлашуларының күптөрлелеге: куркыту позасы, куркыткыч һәм саклагыч төс, шар булып йомарлану, саклагыч җайлашуы булган хайван кыяфәтенә керү (мимикрия) һ. б.

турында метафизик күзаллауны тулысынча уртаклаша. Линней һәр төрне аерым иҗади акт нәтиҗәсе итеп карый, аны үзгәрмәүчән һәм даими, башка төрләр белән ырудаш бәйләнештә түгел, дип саный. Шулай да гомеренең азагына таба Линней, табигатьне күзәтүләре нәтиҗәсендә, кайчагында җенси кушылдыру һәм әйләнә-тирәнең үзгәрүе аркасында төрләр килеп чыгу мөмкинлеген таный.

Линней хезмәтләренең әһәмияте гаять зур: ул үсемлекләр һәм хайваннар системасының, алда булганнарыннан яхшырагын тәкъдим иткән; төрләрнең ике сүздән торган исемнәрен керткән, ботаника телен камилләштергән.

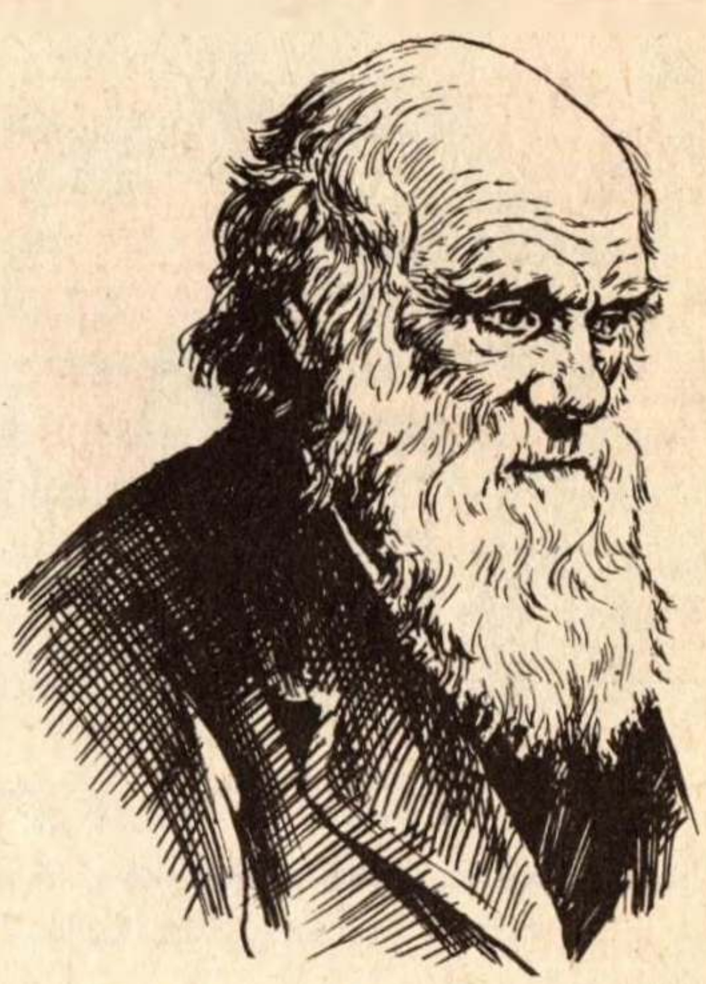
Органик дөнья эволюциясе турында Ж. Б. Ламарк тәгълиматы. XIX гасыр башында француз галиме Жан Батист Ламарк (1744—1829) үзенең эволюцион идеяләрен «Зоология философиясе» дигән хезмәтендә аңлатып бирә. Ламарк төрләр даими һәм үзгәрмәүчән дигән идеяләрне тәнкыйть итә. Ул, яңа төрләр бик акрынлык белән генә барлыкка килә һәм шуңа күрә алардагы үзгәрешләрне сизеп булмый; эволюция процессында тереклек ияләренең югары формалары түбән формалардан башлангыч алганнар, дип раслый.

Биологиянең алга таба үсеше өчен Ламарк хезмәтләренең әһәмияте гаять зур була. Ул, беренче буларак, терек табигать эволюциясенең гадидән катлаулыга таба тарихи үсеш юлын раслаучы идеяләрне аңлатып бирә. Беренче булып, эволюциянең факторлары — этәргеч көчләре мәсьәләсен куя. Тик шулай да Ламарк, эволюция факторларын, янәсе, барлык тереклек ияләре өчен дә хас камилләшүгә омтылышка кайтарып калдыруы белән ялгыша. Әйләнә-тирәлек шартларының турыдан-туры йогынты ясавыннан җайлашуның барлыкка килү сәбәпләрен дөрес аңлатмый. Файдалы үзгәрешләрнең генә килеп чыгуы һәм аларның нәселдән нәселгә күчүе турындагы фикере дә дөрес түгел.

Шулай итеп, XVIII гасырдагы һәм XIX гасыр башындагы фән органик дөнья үсешенең этәргеч көчләрен дөрес аңлатып бирә алмаган. Фән алдына түбәндәге сораулар килеп баскан: төрләрнең гаять күптөрлелеге ничек барлыкка килгән? Организмнарның тирәлек шартларына җайлашуын ничек аңлатырга? Эволюция процессында тереклек ияләренең төзелеше ни өчен катлаулана бара?

Россиядә эволюцион идеяләр. М. В. Ломоносов, А. Н. Радищев һәм XVIII гасырның башка рус галимнәре табигатьнең үсе-

ше һәм үзгәрүчәнлеге турында эволюцион фикерләр әйткәннәр. М. В. Ломоносов табигатьнең алла тарафыннан яратылуы турындагы фикерләрне зарарлы дип санаган. XIX гасырда эволюцион идеяләр галимнәр һәм язучылар, бигрәк тә революцион демократлар хезмәтләрендә беркадәр үстерелгән. Зоолог К. Ф. Рулье Ч. Дарвин тәгълиматы иҗат ителүдән 15 ел элек үк бер төрнең икенчеләрен кысрыклап чыгару һәм туклану өлкәсе өчен көрәш нәтиҗәсендә аларның үлеп бетү фактларын билгеләп үтә.

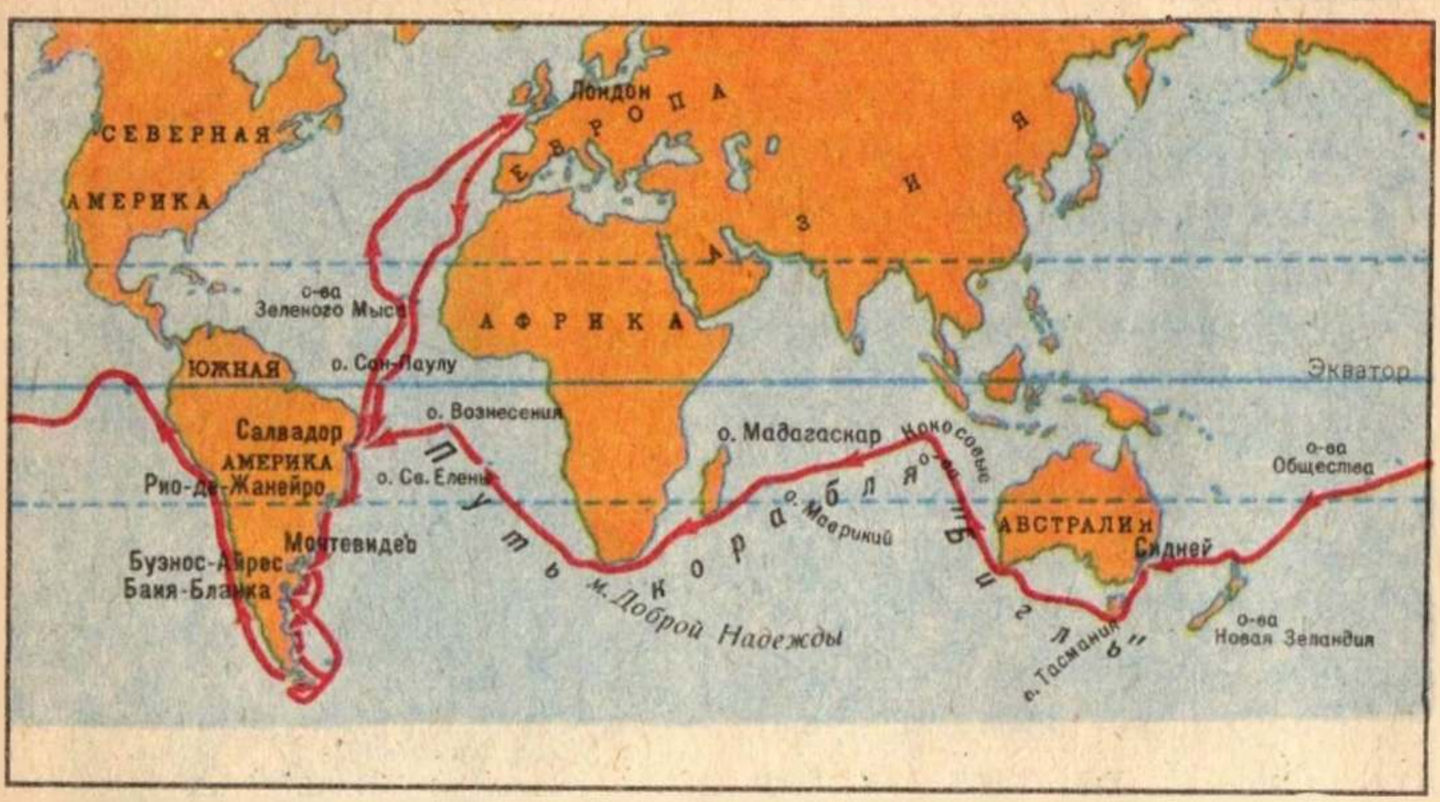


Ч. Дарвин.

Чарлз Дарвин тәгълиматы барлыкка килүнең алшартлары. Ч. Дарвин тәгълиматы барлыкка килүгә *иҗтимагый-экономик* алшартлар булышлык иткән. XIX гасырның беренче яртысында Көнбатыш Европа илләрендә, бигрәк тә Англиядә, капитализм интенсив рәвештә үсә, ул исә фән, промышленность, техника үсешенә импульс бирә. Промышленностьның чималга, ә үсә барган шәһәрләрдә яшәүче халыкларның азык продуктларына ихтыяҗы арту авыл хуҗалыгы үсешенә булышлык итә.

Дарвинизм барлыкка килүнең икенче алшарты — *табигать фәннәренең уңышлары.* Тере организмнарның систематик төркемнәрен тасвирлау алар арасында ырудашлык юкмы икән дигән фикергә китерә. Чагыштырып карап, күп кенә хайваннарның гәүдә һәм органнары төзелешендә бердәм план булуын ачыклыйлар. Хордалы хайваннар яралгыларының баштагы чорда үсешен тикшеренүләр аларда искиткеч охшашлык барлыгын күрсәтәләр. Казылма үсемлекләр һәм хайваннарны өйрәнү тереклекнең түбән төзелешле формаларының әзлекле рәвештә югарырак төзелешлеләре белән алмашынуын ачыклады.

Чит илләрдән алып кайтылган гаҗәеп бай экспедиция материаллары, хайваннарның яңа токымнарын һәм үсемлекләрнең яңа сортларын китереп чыгару метафизик карашлар белән ярашмыйлар. Гаять зур материалны билгеле бер идея яктылыгында

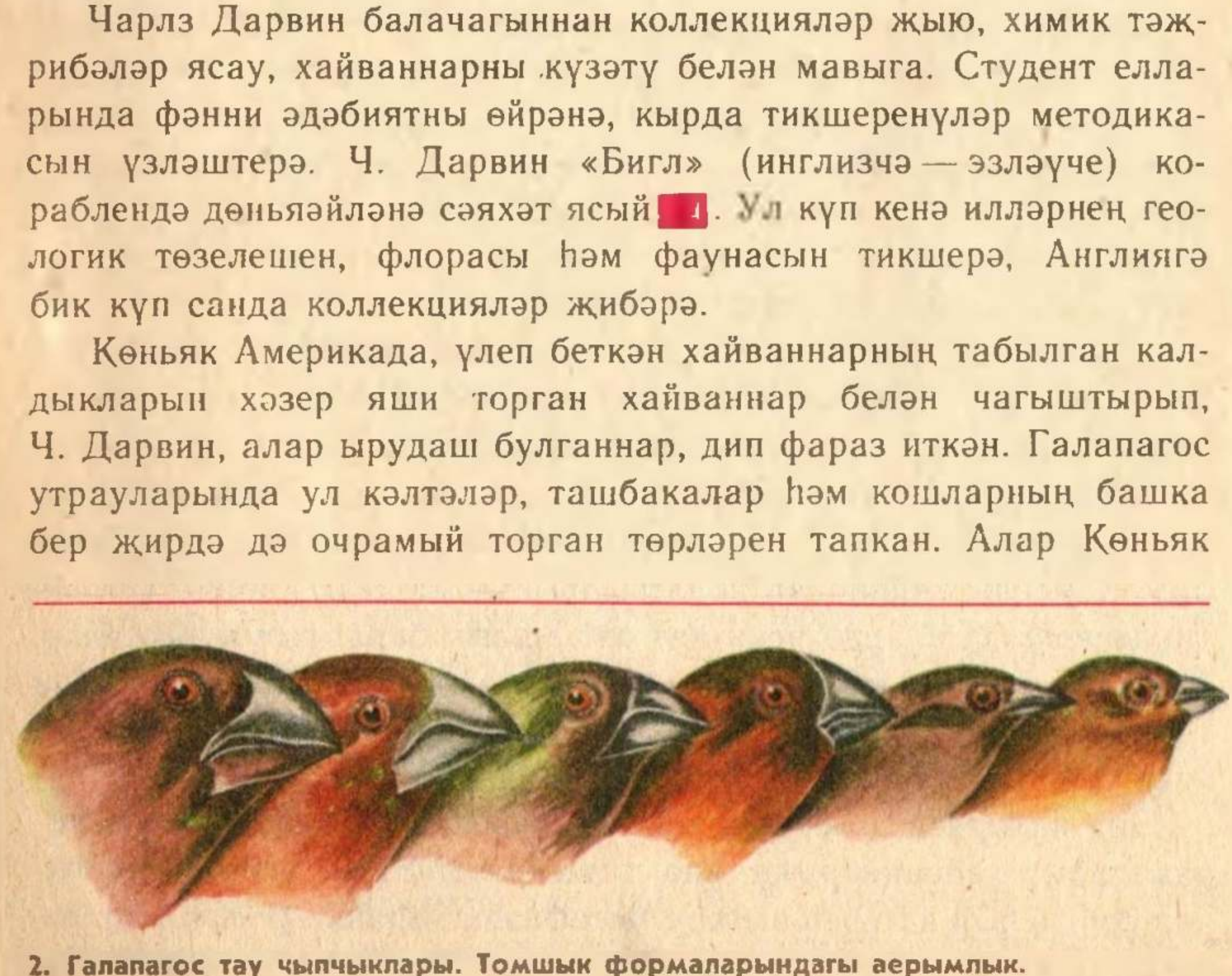


1. Чарлз Дарвинның дөньяәйләнә сәяхәт картасы (1831—1836).

гомумиләштерә алучы, фикер йөртүләрне төзек бер система белән бәйли алучы даһи акыл иясе кирәк була. Мондый галим Чарлз Дарвин була (1809—1882).

Чарлз Дарвин балачагыннан коллекцияләр җыю, химик тәҗрибәләр ясау, хайваннарны күзәтү белән мавыга. Студент елларында фәнни әдәбиятны өйрәнә, кырда тикшеренүләр методикасын үзләштерә. Ч. Дарвин «Бигл» (инглизчә — эзләүче) корабленда дөньяәйләнә сәяхәт ясый 1. Ул күп кенә илләрнең геологик төзелешен, флорасы һәм фаунасын тикшерә, Англиягә бик күп санда коллекцияләр җибәрә.

Көньяк Америкада, үлеп беткән хайваннарның табылган калдыкларын хәзер яши торган хайваннар белән чагыштырып, Ч. Дарвин, алар ырудаш булганнар, дип фараз иткән. Галапагос утрауларында ул кәлтәләр, ташбакалар һәм кошларның башка бер җирдә дә очрамый торган төрләрен тапкан. Алар Көньяк



2. Галапагос тау чыпчыклары. Томшык формаларындагы аерымлык.

Америкада яшәүче төрләргә якын булганнар. Галапагос утраулары вулканнар атудан барлыкка килгән, шуңа күрә Ч. Дарвин, утрауларга төрләр материктан эләккәннәр һәм әкренләп үзгәргәннәр, дип фараз иткән . Австралиядә Дарвинны Җир шарының башка урыннарында күптән үлеп беткән сумкалы һәм йомырка салучы хайваннар кызыксындыра. Австралия материк булып күптән, әле югары төзелешле имезүчеләр килеп чыкканга кадәр үк, аерымлана. Сумкалы һәм йомырка салучы хайваннарның үсеше монда башка материклардагы имезүчеләрнең эволюциясенә бәйсез рәвештә барган. Акрынлап төрләрнең үзгәрүчәнлеге һәм аларның бер-берсеннән килеп чыгуы турындагы караш ныгый. Төрләрнең килеп чыгуы турындагы беренче язмаларын Дарвин дөньяәйләнә сәяхәте вакытында яза.

1. Линней хезмәтләренең әһәмияте нәрсәдә? 2. Ламарк төрләрнең күптөрлелеген һәм тере организмнарның конкрет тирәлек шартларына җайлашуын ничек аңлаткан? 3. Ч. Дарвин тәгълиматы барлыкка килүнең алшартларын әйтегез.

2. Дарвин тәгълиматының төп положениеләре. Дарвинизмның әһәмияте

Дарвинның хезмәтләре. Сәяхәттән соң 20 ел буена Дарвин бик тырышып эволюцион тәгълиматны барлыкка китерү өстендә эшли һәм аны «Төрләрнең табигый сайланыш юлы белән килеп чыгуы, яки Яшәү өчен көрәштә яхшы токымнарның саклануы» (1859) дигән хезмәтендә бастырып чыгара. Моннан соңгы әсәрләрендә төп проблеманы — төрләрнең килеп чыгуын — һәрьяклап үстерә һәм тирәнәйтә. «Йорт хайваннарының һәм культуралы үсемлекләрнең үзгәрүе» дигән китабында ул йорт хайваннары токымнары һәм культуралы үсемлек сортлары эволюциясенең закончалыкларын бик бай фактик материаллар ярдәмендә күрсәтә.

«Кешенең килеп чыгуы һәм җенси сайланыш» дигән хезмәтендә Дарвин кешенең хайваннардан башлангыч алуын аңлату өчен эволюцион теорияне куллана. Дарвинның ботаника, зоология һәм геология буенча бик әһәмиятле хезмәтләре бар, аларда эволюцион теориянең аерым мәсьәләләре җентекләп эшләнгән.

Дарвин тәгълиматының төп положениеләре. Дарвинның төп казанышы шунда ки, ул эволюциянең этәргеч көчләрен ачты. Җайлашуның килеп чыгуын һәм чагыштырма характерын бары тик табигый законнар тәэсирендә генә булуын, ниндидер таби-

гатьтән өстен көчләр катнашмавын материалистик аңлатты. Дарвин тәгълиматы төрләрнең даимилеге һәм аларның алла тарафыннан яратылуы турындагы метафизик күзаллауларны тамырыннан җимерде. Хайван токымнары, культуралы үсемлек сортларының һәм кыргый табигатьтәге төрләр эволюциясенең этәргеч көчләре нинди соң?

Токымнар һәм сортлар эволюциясенең этәргеч көчләре — нәселдәнлек үзгәрүчәнлегe һәм кеше тарафыннан башкарыла торган сайланыш. Дарвин хайваннарның төрле токымнарын һәм культуралы үсемлекләрнең сортларын ясалма сайланыш процессында кеше китереп чыгаруын ачыклый. Кеше буыннан буынга нәсел өчен үзенә файдалы, бары тик нәселдәнлек үзгәреше булган затларны гына сайлап алган һәм калдырган, башка затларны үрчетмәгән. Нәтиҗәдә сыйфаты һәм үзлекләре белән кеше интересларына туры килә торган токымнар һәм сортлар алынган.

Табигатьтә дә шуңа охшаган процесс юкмы икән? Организмнар геометрик прогрессия рәвешендә үрчиләр, ләкин җенси өлгерү хәленә аларның чагыштырмача азы гына ирешә. Затларның шактый өлеше, үзеннән соң бөтенләй нәсел калдырмыйча яисә аз гына калдырып, һәлак була. Бер төрдәге затлар арасында да, шулай ук төрле төрдәге затлар арасында да *яшәү өчен көрәш* бара, яшәү өчен көрәш дигәннән Дарвин организмнарның үзара һәм организм белән тирәлек шартлары арасындагы катлаулы һәм күптөрле мөнәсәбәтләрне аңлый. Бу очракта ул «бер затның яшәвен генә түгел, бәлки аның үзеннән соң нәсел калдыра алуын да» күздә тота.

Табигый сайланыш яшәү өчен көрәш нәтиҗәсе булып тора. Бу термин белән Дарвин «файдалы индивидуаль аерымлыкларны һәм үзгәрешләрне саклап калуны һәм зарарлыларын юкка чыгаруны» атый.

Яшәү өчен көрәш һәм нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенә нигезләнгән табигый сайланыш, Дарвинча, органик дөнья эволюциясенең төп этәргеч көчләре (факторлары) булып тора.

Индивидуаль нәселдәнлек тайпылышлары, яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш бик күп буыннар дәвамында төрләрнең конкрет яшәү шартларына тагын да күбрәк җайлашуы юнәлешендә үзгәрүенә китерә. Организмнарның җайлашуы һәрвакыт чагыштырмача була.

Җир йөзендәге төрләрнең күптөрле булуы — табигый сайланышның икенче нәтиҗәсе.

Марксизм-ленинизмга нигез салучыларның дарвинизмга биргән бәясе. К. Маркс һәм Ф. Энгельс фән үсеше һәм материалистик караш формалаштыру өчен Дарвин тәгълиматының искиткеч зур әһәмиятен күп тапкырлар басым ясап әйттеләр. Ф. Энгельс һәм В. И. Ленин Дарвинның биология фәненә керткән казанышын К. Маркcның иҗтимагый фәннәр өлкәсендәге хезмәтләре белән тиңләштерделәр. В. И. Ленин билгеләп үткәнчә, Ч. Дарвин биологияне беренче буларак тулысынча фәнни нигезгә корды, хайван һәм үсемлек төрләре һичнәрсә белән бәйләнешсез, очраклы, алла тарафыннан яратылган һәм үзгәрмәүчән дигән карашка чик куйды.

Дарвинизмның биология үсешенә йогынтысы. Дарвинизм нигезендә биология фәненең барлык тармаклары яңарыш таба. Палеонтология — органик дөнья үсеш юлларын; систематика — ырудашлык бәйләнешләрен һәм систематик төркемнәрнең килеп чыгуын; эмбриология эволюция процессында организмнарның индивидуаль үсешендәге этаплар уртаклыгын ачыклый башлый; кеше һәм хайваннар физиологиясе аларның тереклек эшчәнлеген һәм алар арасындагы ырудашлык бәйләнешләрен чагыштыруга керешә.

Табигый сайланышны XX гасыр башында тәҗрибәләрдә өйрәнә башлыйлар, генетика, экология нык алга китә. Дарвин идеяләре Россиядә алдынгы интеллигенция тарафыннан хуплап каршы алына. Югары уку йортларында профессорларның либераль өлеше зоология һәм ботаника курсларын дарвинизм рухында үзгәртеп төзи. Журналларда Дарвин тәгълиматын аңлатып мәкаләләр басылып чыга. «Төрләрнең килеп чыгуы» дигән хезмәтнең русчага беренче тәрҗемәсе Россиядә 1864 елда чыга.

Биологик фәннәрнең дарвинизм нигезендә үсеш алуында илебез галимнәренең роле зур. Рус фәненең корифейлары (иң күренекле эшлеклеләре) агалы-энеле Ковалевскийлар, К. А. Тимирязев, И. И. Мечников, И. П. Павлов, Н. И. Вавилов, А. Н. Северцов, И. И. Шмальгаузен, С. С. Четвериков һәм башка бик күпләрнең тикшеренүләре нигезендә Дарвин идеяләре ята.

1. Эволюциянең этәргеч көчләре дип Дарвин нәрсәне саный? 2. Ни өчен Дарвинның органик дөнья эволюциясе турындагы тәгълиматын марксизм-ленинизмга нигез салучылар югары бәяләгән? 3. Биология фәненең үсешенә Дарвин тәгълиматы нинди йогынты ясады? 4. Дөньяга материалистик караш формалашуда Дарвин тәгълиматының нинди әһәмияте бар?

3. Төр. Популяция

Төрнең критерийлары. *Морфологик, физиологик һәм биохимик үзенчәлекләрнең нәселдән килгән охшашлыгына ия булган, иректе кушыла һәм нәсел калдырырга сәләтле буын бирә алган, тереклек итүнең билгеле бер шартларына җайлашкан һәм табигатьтә билгеле бер өлкәне — ареалны биләп торган затлар җыелмасына төр диләр.*

Төрләр бер-берсеннән күп кенә билгеләр белән аерылып торалар. Төр өчен характерлы билгеләрне һәм үзлекләрне *критерийлар* дип атыйлар. Төрнең берничә критериен аерып йөртәләр.

Морфологик критерийның нигезендә бер төр затларының эчке һәм тышкы төзелешендәге охшашлык ята. Ләкин бер төр эчендәге затлар кайчагында шулкадәр үзгәрүчән булалар ки, морфологик критерий буенча гына төрне һәрвакыт аеру да мөмкин булмый. Шуның белән бергә, морфологик яктан охшаш төрләр дә бар, ләкин андый төрләргә кергән затлар үзара җенси кушылмыйлар. Болар — төстәш төрләр, тикшеренүчеләр аларның барлык систематик төркемнәрдә дә булуын раслыйлар. Мәсәлән, кара күселәрнең 38 һәм 42 хромосомалы ике төстәш төре бар. Элек бер генә төр дип исәпләп йөртелгән бизгәк озынборынының 6 төстәш төрен ачтылар. Шул рәвешчә, морфологик билгеләр генә төрне аеру мөмкинлеген бирмиләр.

Генетик критерий — бу һәр төргә хас хромосомалар җыелмасы, аларның төгәл билгеләнгән саны, зурлыгы һәм формасы. Ул — төрнең төп билгесе. Төрле төргә кергән затларның хромосомалар саны төрле була, шуңа күрә алар арасында җенси кушылу була алмый һәм табигый шартларда бер-берсеннән чикләнеп яшиләр.

Физиологик критерийның нигезендә бер төргә кергән затларның тереклек эшчәнлегендәге барлык процессларның охшашлыгы, барыннан да элек, үрчү процессындагы охшашлык ята. Төрле төр вәкилләре, кагыйдә буларак, җенси кушылмыйлар, яисә алардан соңгы буын нәсел калдырырга сәләтсез була. Төрләрнең кушыла алмавы җенес аппараты төзелешендәге аерымлыклар, төрле вакытта үрчүләре һ. б. белән аңлатыла. Ләкин табигатьтә җенси кушылуга һәм нәсел калдырырга сәләтле буын бирә ала торган төрләр дә бар (кенәриләрнең, кызылтүш, тирәк һәм талның кайбер төрләре). Димәк, физиологик критерий гына затларның кайсы төргә керүен билгеләү өчен җитәрлек түгел әле.

Географик критерий — табигатьтә төр биләп алган билгеле

бер ареал. Ул зуррак та кечерәк-тә, тоташ та һәм бүлгәләнгән дә булырга мөмкин. Бөтен җиргә һәм күбрәк кеше эшчәнлегенә бәйле рәвештә таралган төрләр бар (чүп үләннәрнең, зарарлы бөҗәкләрнең күп төрләре). Географик критерий шулай ук хәлиткеч критерий була алмый.

Экологик критерийның нигезе — төр яши торган тышкы тирәлек факторларының җыелмасы. Мәсәлән, зәһәр казаяк болыннарда һәм кырларда таралган; дымлырак җирдә шуышма казаяк үсә; елга һәм буа буйларында, сазлыклы урыннарда утчыл казаяк очрый.

Хәзерге вакытта галимнәр төрнең башка критерийларын да (аксымнар һәм нуклеид кислоталарының аерымлыгы буенча) эшләделәр, ул критерийлар төрнең органик дөнья системасындагы урынын төгәлрәк билгеләргә мөмкинлек бирәләр.

Затның кайсы төргә керүен билгеләү өчен, нинди дә булса бер критерийдан гына файдалану җитми; аларның җыелмасы гына, аларның үзара бер-берсен раславы гына төргә дөрес характеристика бирә ала.

Популяция — эволюция берәмлеге. Теләсә нинди төрнең затлары ареал эчендә тигез таралмаган, ягъни тыгыз урнашкан җирләр затлар сирәк очрый торган урыннар белән алышына. Көнбатыш Себер урман-далаларында каен утрау-утрау булып үскән: ул далада каенлыклар, урманнар тәшкил итә. СССРның Европа өлешенә кергән урта полосасында каенның бик куе булып үскән җирләре бар. 1 км^2 мәйдандагы каенлыкларда — меңләгән каен, ә катнаш урманнарда берничәшәр йөз каен үсә. Шундый урыннар болыннар белән чиратлаша, анда 1 км^2 да каен берән-сәрән генә очрый.

Ареалда бер төр затларының тигез таралмавы тереклек итү шартларындагы аерымлыкларга (микроклимат, азык объектлары, туфрак, башка төрләр һ. б.) бәйле. Төрләрнең яшәве агач үсемлекләр белән бәйле булса, алар үз ареалларында урманлы җирләргә урнашалар. Европа сукыр тычканы колонияләре урман аланнарында һәм болыннарда очрый, вак кычыткан канауларда, бакчаларда, юл кырыйларында үсә.

Затлар, кайсы төргә керүләренә карамастан, ялгыз-ялгыз гына түгел, бәлки төркемнәр булып яшиләр; андый төркемнәрдәге затлар арасында озак вакытлар дәвамында үзара катлаулы мөнәсәбәтләр формалашкан.

Бер төрнең үзара җиңел кушыла алучан һәм ареалның билге-

ле бер өлешендә шул ук төрнең башка затлары җыелмаларыннан озак вакытлар чагыштырмача аерымланып яши торган затлар җыелмасын популяция дип атыйлар. Популяция — төрнең элементар структурасы, төр шул формада яши.

Затларны бер популяциягә нәрсә берләштерә соң? Затларның бер-берсе белән җенси кушыла алуы — берләштерүче төп фактор. Бер популяциядәге затлар, барлык үзлекләре һәм сыйфатлары ягыннан, хәтта шул ук төрнең күрше популяция затлары белән чагыштырганда да, күбрәк охшашлыкка ия булалар. Төрле җенес затларының популяция эчендәге очрашу һәм җенси кушылу мөмкинлеге, күрше популяция затлары белән кушылу мөмкинлегенә караганда, шактый зур.

Популяцияләрнең катышуына төрле киртәләр тоткарлык ясый: географик киртәләр — таулар, елгалар, диңгезләр, климат, туфрак; биологик киртәләр — хайваннарда, мәсәлән, җенес аппараты төзелешендәге, аталану һәм оялаудагы, өн һәм оялар кору инстинктындагы, җенси кушылу чорында үз-үзләрен тотышындагы кайбер аерымлыклар; үсемлекләрдә — чәчәк ату һәм серкәләнү чорындагы, серкә үсү тизлегендәге, серкәләндерүче бөҗәкләр белән мөнәсәбәтләрендәге аерымлыклар. Популяцияләр турында әйтелгәннәрнең барысы да башлыча ике җенесле хайваннарга һәм читтән серкәләнә торган үсемлекләргә карый.

Бер төр популяцияләре арасындагы аерымлыклар түбәндәге мисалда ачык күренә. Киң таралган гадәти алабуга төре зур күлләрдә ике популяция барлыкка китерә. Бер популяция ярга якын зонада яши, вак хайваннар белән туклана, акрын үсә. Икенче популяция затлары тирәндә тереклек итә, балыклар һәм аларның уылдыгы белән туклана, тиз үсә.

Популяциядә даими рәвештә нәселдәнлек үзгәрешләре булып тора. Җенси кушылу нәтиҗәсендә алар популяциядә таралалар һәм ишәяләр, аның бертөрлелегенә бетә. Популяциядә яшәү өчен көрәш, шулай ук табигый сайланыш бара, шулар аркасында әлеге шартларда файдалы үзгәрешләре булган затлар гына яшәп кала. Димәк, популяция эволюция берәмлеген тәшкил итә.

1. Төр критерийларын әйтеп чыгыгыз һәм аларның һәркайсына характеристика бирегез. 2. Ни өчен затларның кайсы төргә керүен ачыклау өчен нинди дә булса бер критерий гына җитми? 3. Табигатьтә төрләрнең җенси кушыла алмавына ничек ирешелә? 4. Нәрсә ул популяция? Бер төр популяцияләренә мисаллар китерегез. 5. «Төрләр популяцияләр формасында яши» дигәннең мәгънәсен аңлатыгыз. 6. Популяциянең эволюция берәмлеге икәнлеген исбат итегез.

4. Нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек

Нәселдәнлек. *Барлык организмнарның да үзләренең төзелешләрендәге һәм функцияләрендәге борынгы бабаларыннан килгән үзенчәлекләрне саклап калуы һәм үзләреннән соңгы буынга күчерүе кебек гомуми үзлеген нәселдәнлек дип атыйлар.*

Организмнарда ата-аналарның үзләреннән туган буын белән бәйләнеше нигездә үрчү аркылы тормышка ашырыла. Әлеге буын һәрвакыт үзенең ата-аналарына һәм борынгы бабаларына охшаган була, ләкин беркайчан да аларның төгәл күчермәсе булмый.

Имән чикләвегеннән имән үскәнне, күке йомыркаларыннан күке балалары чыкканны һәркем белә. Культуралы үсемлекләрнең билгеле бер сортыннан шул ук сорт үсемлекләр үсә. Йорт хайваннарының үзлекләрен шул токымның үрчеме саклый.

Ни өчен яңа буын ата-анасына охшый соң? Дарвин яшәгән заманда нәселдәнлекнең сәбәпләре әле аз өйрәнелгән булган. Хәзерге вакытта нәселдәнлекнең материаль нигезен хромосомаларда урнашкан геннар тәшкил итүе ачыкланды. Генның органик матдә молекуласы булган ДНК участогын тәшкил итүен һәм аның тәэсирендә билгеләр формалашуын сез алга таба, VIII бүлекне өйрәнгәндә, белерсез. Төрле төрләргә кергән организмнарның күзәнәкләрендә бер яки дистәләгән хромосомалар һәм йөз меңнәрчә геннар бар.

Үзләрендә геннар урнашкан хромосомалар җенес күзәнәкләрендә дә, тән күзәнәкләрендә дә була. Җенси юл белән үрчегәндә ата һәм ана җенес күзәнәкләре бергә кушыла. Яралгы күзәнәкләрендә ата һәм ана хромосомалар берләшә, шуңа күрә аның формалашуы ана организмының да, ата организмының да геннары тәэсирендә бара. Берише билгеләрнең үсешенә ана организмының геннары күбрәк тәэсир итә, икенчеләренә — ата организмы геннары, өченче билгеләр үсешенә ана һәм ата геннары бертигез тәэсир итә. Шуңа күрә яңа буын бериш билгеләре белән — ана организмына, икенчеләре белән ата организмына охшаш булып чыга, өченче билгеләре буенча, һәр икесенекен берләштереп, арадаш характерда була.

Үзгәрүчәнлек. *Организмнарның яңа билгеләр — бер төр затлары арасындагы аерымлыклар — булдыра алу кебек гомуми үзлеген үзгәрүчәнлек дип атыйлар.*

Организмнарның барлык билгеләре дә: эчке һәм тышкы төзелешләрендәге, физиологиясендәге, үз-үзләрен тотышындагы һ. б.

үзенчәлекләр дә үзгәрүчән. Хәтта бер үк пар хайван нәселендә дә яисә бер үк җимеш орлыкларыннан үскән үсемлекләр арасында да бөтенләй бер-берсенә охшаган затларны очратып булмый. Көтүдәге бер үк токым сарыкларның һәрберсе гәүдә зурлыгы, аякларының озынлыгы, башы, йонының төсе, озынлыгы һәм куелыгы, шулай ук тавыш, гадәт үзенчәлекләре белән бер-берсеннән бик аз гына булса да аерыла. Оешма чәчәклеләр семьялыгыннан алтын таяк (золотая розга) дигән үсемлек чәчәк төркемендә телле кырый чәчәкләр саны 5—8 була. Казаяклар семьялыгыннан булган имәнлек җилдәгендә (ветреница дубравная) таҗ яфракчыклары — 6, ә кайчагында 7 һәм 8 гә җитә. Үсемлекләрнең бер үк төрләре яки сортлары чәчәк атуы, җимеш өлгерү вакыты, корылыкка чыдамлылыгы һ. б. белән бер-берсеннән беркадәр аерылып торалар. Затларның үзгәрүчәнлеге аркасында популяция төрләнә.

Дарвин үзгәрүчәнлекнең ике төп формасын — нәселдәнлеккә кагылмаган үзгәрүчәнлекне һәм нәселдәнлек үзгәрүчәнлеген аерган.

Нәселдәнлеккә кагылмаган, яки модификацион, үзгәрүчәнлек. Бер үк токымнан, сорттан булган яисә бер төргә кергән барлык затларның, билгеле бер сәбәпләр тәэсирендә, бер үк юнәлештә үзгәрүләрен күптән күреп килгәннәр. Культуралы үсемлек сортларына китереп чыгарылгандагы шартлар тудырылмаса, алар үзләренең сыйфатларын югалталар. Мәсәлән, ак кәбестәне эссе якларда үстергәндә, ул башланмый. Яхшы итеп ашлаганда, су сипкәндә, яктылык та мул булганда, үсемлекләрнең гөрләп үсүе һәм уңыш бирүе һәркайсыбызга билгеле. Таулар яисә утрауларда, җитәрлек дәрәҗәдә туклыклы азык булмаганга, анда китерелгән ат токымнары, вакыт үтү белән, вагаялар. Асрау шартлары яхшы булганда, токымсыз терлекләрнең дә продуктлылыгы арта. Боларның берсе дә нәселдәнлек үзгәрешләре түгел, әгәр үсемлек яисә хайваннарны тереклек итүнең баштагы шартларына күчерсәң, ул чагында билгеләр дә кабат алдагы хәлләренә кайталар.

Нәселдәнлеккә кагылмаган, яки модификацион, үзгәрүчәнлекнең сәбәпләре Дарвин заманында аз өйрәнелгән булган. Организмның формалашуы геннар тәэсирендә дә, шулай ук тирәлек шартлары йогынтысында да баруы хәзер ачыкланды. Менә шул шартлар нәселдәнлеккә кагылмаган, яки модификацион, үзгәрүчәнлекнең сәбәбе булып тора да. Алар үсүне һәм үсешне тизләтә, үсемлекләрнең чәчәк төсләрен үзгәртә алалар, ләкин бу вакытта

геннар үзгәрешсез калалар. Нәселдәнлеккә кагылмаган үзгәрүчәнлек нәтиҗәсендә популяцияләрнең затлары тирәлекнең алышынып торган шартларына җайлашкан булып чыгалар.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге. Модификацион үзгәрүчәнлектән тыш, үзгәрүчәнлекнең тагын бер формасы бар. Ул — нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге. Бу үзгәрүчәнлек хромосомаларга һәм геннарга, ягъни нәселдәнлекнең материаль нигезләренә кагыла. Нәселдәнлек үзгәрешләре Дарвинга яхшы билгеле була, эволюциядә ул аларга зур урын бирә.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең сәбәпләре исә Дарвин заманында аз тикшерелгән булган. Хәзерге вакытта шунысы мәгълүм: нәселдәнлек үзгәрешләре геннар үзгәрешенә яисә нәселбуында геннарның яңа комбинацияләре барлыкка килүгә бәйле. Мәсәлән, нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең бер төре — мутацияләр — геннар үзгәрүгә бәйле; икенче төре — комбинатив үзгәрүчәнлек — үзеннән соңгы нәсел-буында геннарның яңа комбинацияләреннән килеп чыга; өченче төре — чагыштырма үзгәрүчәнлек — бер үк генның бер генә түгел, бәлки ике һәм аннан да күбрәк билгеләр формалашуга тәэсир итүенә бәйле. Шул рәвешчә, нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең барлык төрләре нигезендә генның яисә геннар җыелмасының үзгәрүе ята.

Мутацияләр сизелер-сизелмәс кенә булырга һәм организмның иң күптөрле морфологик һәм физиологик үзенчәлекләренә, мәсәлән хайваннарда — зурлыгына, төсенә, үрчем бирүенә, сөтлелек дәрәҗәсенә һәм башкаларга кагылырга мөмкин. Кайчагында исә мутацияләр шактый зур үзгәрешләр китереп чыгара. Андый үзгәрешләр меринос, каракүл һәм куй сарыклары токымнарын, күп кенә декоратив үсемлекләрнең катмарлы (махровый) сортларын, салпы һәм пирамидаль ябалдашлы агачларны китереп чыгарганда файдаланылган. Йомырка формасындагы гади яфраклы җир җиләгенең, кискәләнгән яфраклы канчупның 3 нәселдәнлек үзгәрешләре билгеле.

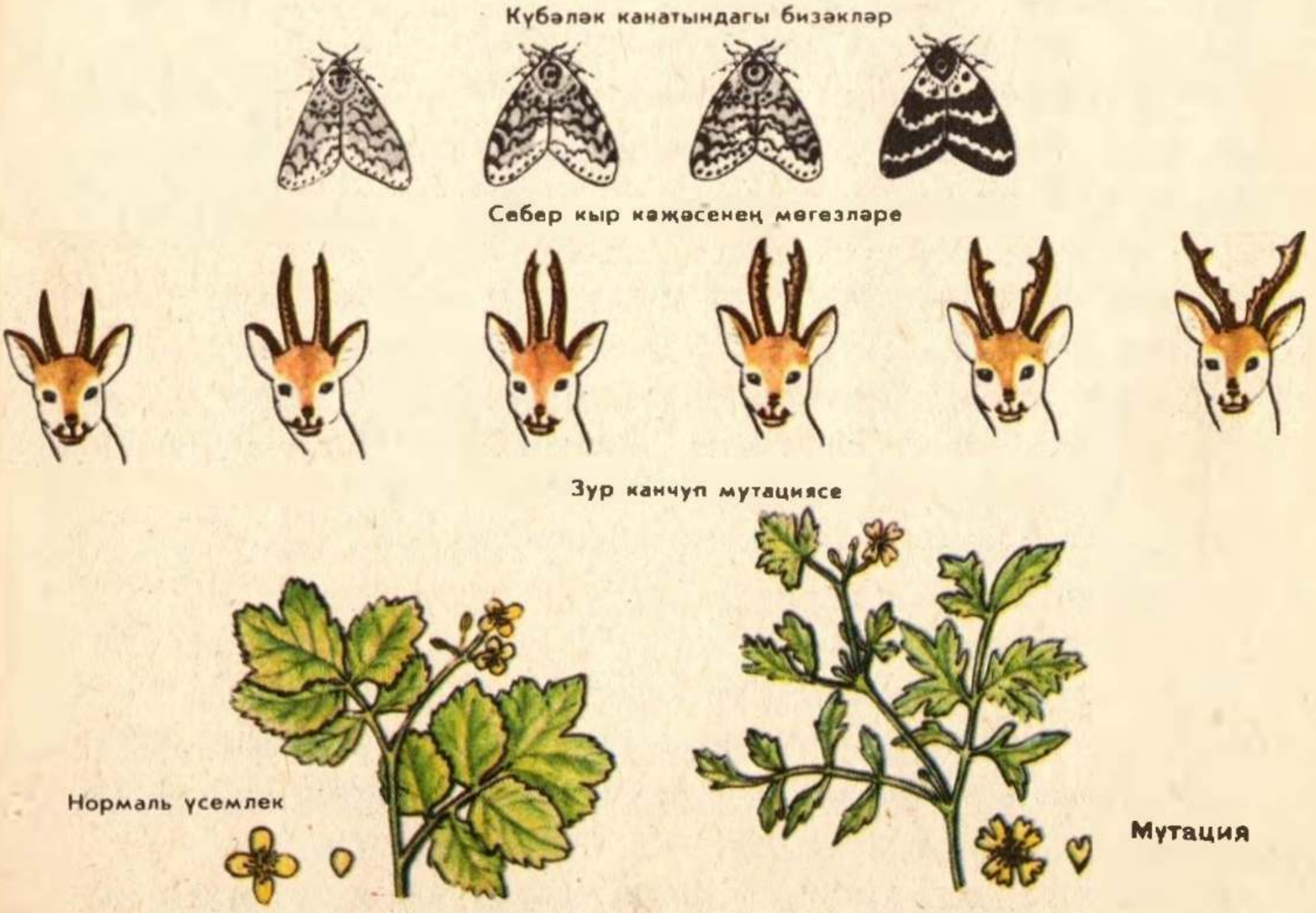
Мутацияләр бик күптөрле тәэсирләр нәтиҗәсендә килеп чыгарга мөмкин.

Популяцияләрдә комбинатив үзгәрүчәнлекнең чыганагын җенси кушылу тәшкил итә. Бер үк популяциянең аерым затлары үзләренең генотибы буенча бер-берсеннән берникадәр аерылып торалар. Ирекле кушыла аяу нәтиҗәсендә геннарның яңа комбинацияләре барлыкка килә.

Очраклы сәбәпләр нәтиҗәсендә популяцияләрдә килеп чык-

кан нәселдәнлек үзгәрешләре, ирекле җенси кушыла алу нәтиҗәсендә, затлар арасында акрынлап таралалар, һәм популяцияләр алар белән тула. Нәселдәнлек үзгәрешләре үзләре генә яңа популяция дә, яңа төр дә барлыкка китермиләр, ләкин алар сайланыш өчен бик кирәкле материал, эволюцион үзгәрешләр өчен алшарт булып торалар.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең чагыштырма характерын Дарвин ук әйткән булган. Мәсәлән, озын аяклы хайваннарның муеннары да һәрвакыт диярлек озын була; йонсыз этләрнең тешләре начар үсә; тәпиләре йонлы күгәрченнәрнең бармак араларында ярылары була. Төрле сорт аш чөгендеренең төсенә карап, аның азыктамыры, яфрак сабы һәм яфрак астының да төсе үзгәрә. Арыслан авызы дигән үсемлекнең чәчәк таҗы ачык төстәгеләренең сабагы һәм яфраклары ачык яшел төстә; таҗы куе төстәгеләренең сабагы һәм яфраклары куе яшел төстә була. Шуңа күрә, бик кирәкле бер генә билге буенча сайланыш үткәргәндә, аннан соңгы буыннарда бу билгегә бәйле икенче, кайчагында кирәге булмаган, билгеләрнең килеп чыгу ихтималын да исәпкә алырга кирәк.



3. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге.

Нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек — организмнарның төрле үзлекләре, алар яшь буынның үз ата-аналарына һәм борынгырак нәселдәшләренә охшавына һәм охшамавына сәбәп була.

Нәселдәнлек бик күп буыннар дәвамында органик формаларның тотрыклылыгын, ә үзгәрүчәнлек аларның яңадан үзгәрүгә сәләтлелеген күрсәтә.

Дарвин нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек законнарын тирәнтен эшләргә кирәклекне кат-кат басым ясап әйтә. Соңрак бу законнарны генетика фәне тикшерә башлый.

1. Нәселдәнлеккә кагылмаган үзгәрүчәнлеккә характеристика бирегез, аның сәбәпләрен ачыгыз һәм мисаллар китерегез. 2. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең формаларын әйтеп чыгыгыз. Аларның килеп чыгу сәбәпләре нәрсәдә? 3. Эволюцион үзгәрешләр өчен материал һәм алшарт булып нәрсә хезмәт итә? 4. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегеме, әллә нәселдәнлеккә кагылмаган үзгәрүчәнлекме икәнен практикада ничек белеп була? 5. Бүлмә гөленең бер үк төрдән булган берничә үсемлегендә яфрак һәм чәчәк формасы, зурлыгы, төсе үзгәрүчәнлеген күзәтегез. 6. Экскурсиядә, укыту-тәҗрибә участогында яисә йөрергә чыкканда үсемлекләрнең, бөҗәкләрнең үзгәрүчәнлеген күзәтегез, фоторәсемгә төшерегез.

5. Ясалма сайланыш. Хайван токымнары һәм үсемлек сортлары эволюциясенең факторлары

Дарвин, йорт хайваннарының яңа токымнарын һәм культуралы үсемлекләрнең яңа сортлары ничек китереп чыгарылуы практикларга яхшы билгеле, дип саный. Шуңа күрә ул башта токымнар һәм сортлар барлыкка килү сәбәпләрен тикшерә, ә аннары төрләрне табигый хәлләрендә карый, шулай тикшергәндә үзенең идеяләрен дәлиллерәк булыр дип уйлый.

Токымнарның һәм сортларның күптөрлелеге. Үткән гасырның 40 нчы елларында мөгезле эре терлекнең (сөтләч, итләч, итләч-сөтләч), атлар (авыр йөк атлары, чабыш атлары), дуңгызлар, этләр, шулай ук тавыкларның бик күпсанлы токымнары билгеле була. Бодай сортлары — 300 дән, виноградның 1 000 нән артып китә. Бер үк төргә керә торган токымнар һәм сортлар еш кына бер-берсеннән шулкадәр нык аерыла, аларны хәтта төрле төрләр дип тә уйларга мөмкин. Үрчетелә торган һәр токым яисә һәр сорт үзенең билгеләре буенча һәрвакыт кешенең ихтыяҗына җавап бирә, чөнки ул аларны шуның өчен үрчетә дә.

Төрләрнең даимилеге һәм үзгәрмәүчәнлеге турындагы тәгълиматны яклаучы бик күпләр, һәрбер токым һәм һәр сорт аерым бер кыргый төрдән килеп чыккан, дип исәпләгәннәр. Дарвин йорт хайваннарының төрле токымнары килеп чыгуын бик җентекләп өйрәнгән һәм, кеше, бер яисә берничә ыруг башлангычы булган кыргый төрләрне төрле юнәлешләрдә үзгәртеп, культуралы үсемлекләр алуга ирешкән кебек, хайван токымнарының күптөрлелеген дә үзе китереп чыгарган, дигән нәтиҗәгә килгән. Дарвин йорт күгәрчене токымнарының килеп чыгуын аеруча җентекләп тикшергән.

Токымнарның һәм сортларның килеп чыгуы. Бик күп аерымлыклары булуга да карамастан, йорт күгәрченнәре токымнарының бик әһәмиятле гомуми билгеләре бар. Алар барысы да — күмәкләшеп яшәүче кошлар, кыргый күгәрченнәр кебек агачларда түгел, ә биналарда оялыйлар. Төрле токым күгәрченнәре җенси яктан җиңел кушыла һәм үрчүгә сәләтле нәсел-буын бирә. Төрле токымга караган затларны кушылдырып, Дарвин төсе белән кыргый күк күгәрченгә (кыя күгәрчененә) искиткеч охшап торган нәсел-буын алган. Галим шуның нигезендә, йорт күгәрчен-

4. Кәбестә токымнары (Дарвинча) һәм аларның кыргый нәсел башлангычы.

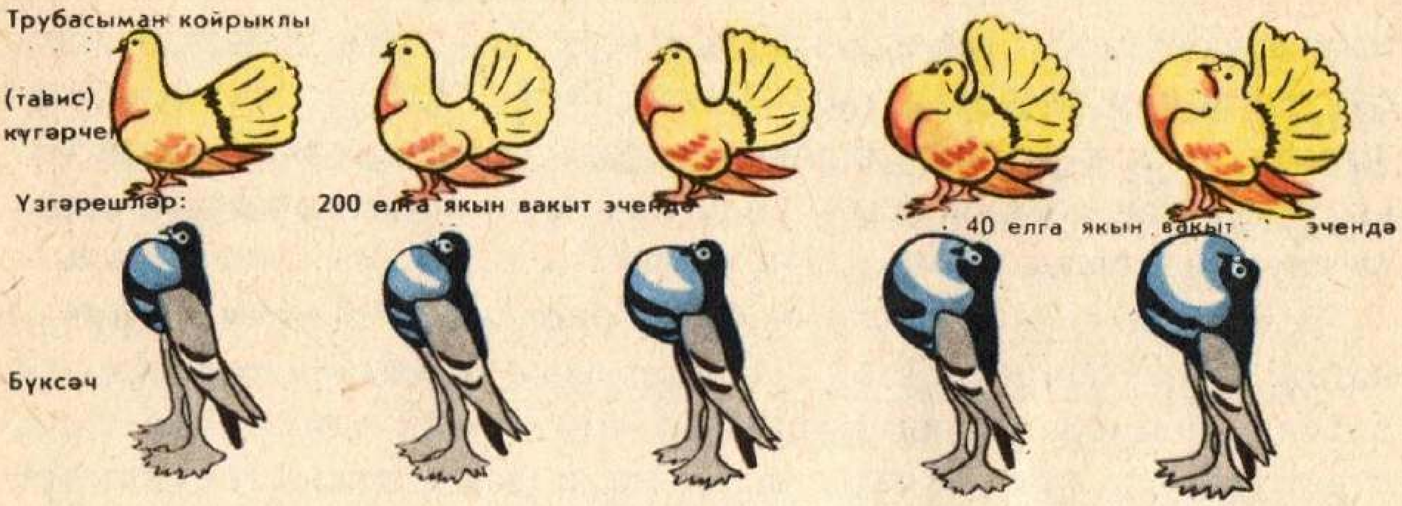
нәренең барлык токымнары да бер төрдән — Урта диңгез ярлары буендагы һәм төньякка таба Англия белән Норвегиягә кадәр сузылган текә кыяларда яшәүче кыргый күк күгәрченнән килеп чыккан дигән нәтиҗә ясый. Гади күк күгәрчен кыргый күгәрченгә каурыйларының төсе белән охшаган.

Анатомик һәм физиологик билгеләрен җентекләп тикшерүләр нәтиҗәсендә, Дарвин йорт тавыкларының барлык токымнары да банкив тавыкларыннан — Һиндстанда, Шри-Ланкада һәм Зонд утрауларында яшәүче кыргый төрдән килеп чыгуын; мөгезле эре терлек токымнары XVII гасырда кырып бетерелгән кыргый тур үгезеннән, дуңгыз токымнары кыргый кабан дуңгызыннан килеп чыгуын ачкан. Бакча кәбестәсенең сортлары Европаның көнбатыш яр буйларында әле хәзер дә очрый торган кыргый кәбестәдән килеп чыккан.

Яңа токымнар һәм сортлар китереп чыгару. Йорт хайваннары токымнарының һәм культуралы үсемлек сортларының искиткеч күптөрлелеген һәм аларның үрчетү максатына туры килүен аңлату өчен нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге генә җитәме соң?

Дарвин авыл хуҗалыгы әдәбиятына, күргәзмәләре отчетларына, иске каталоглар һәм прейскурантларга мөрәҗәгать итә, ат заводлары тотучылар, күгәрчен үрчетүчеләр, бакчачылар тәҗрибәсен өйрәнә һәм ул яңа токымнар һәм сортларның даими рәвештә барлыкка килеп торуларын, билгеләре белән элек булганнарга караганда, камилрәк һәм төрлерәк булып чыгуларын раслый. Хайваннарда һәм культуралы үсемлекләрдә яңа билгеләр кайчак, очраклы рәвештә, көтмәгәндә килеп чыккан; кеше аларны максатчан сайланыш үткәреп тупламаган. Кыска аяклы сарык, тоташ яфраклы җир җиләге шулай барлыкка килгән. Алар кешене үзләренең гадәти булмавы белән кызыксындырган. Ләкин, кагыйдә буларак, кеше токымнар һәм сортларның үзенә кирәкле билгеләрен һәм үзлекләрен барлыкка китерү буенча дәвамлы, актив эш алып барган.

Кеше көтүдә, өердә, кырда, түтәлдә һ. б. урыннарда нindидер үзен кызыксындырган, сизелер-сизелмәс кенә аерымлыгы булган бер хайванны яисә үсемлекне күреп, шул затларны нәсел өчен сайлап алып җенси кушылдырган. Үрчү процессына башка затларны катыштырмаган. Буыннан буынга үрчеткеч сыйфатында нәселдәнлек билгеләре күбрәк беленеп торган затларны гына калдырган. Шул рәвешчә, бу ясалма популяциядә билгеләр көчәя һәм туплана барган.



5. Токым билгеләренең әкренләп көчәя баруы.

Үзеннән соңгы нәсел-буында геннарның яңа комбинацияләрен һәм, димәк, ясалма сайланыш өчен тагын да күптөрле материал булдыру максаты белән, кайчагында сайлап алуга кадәр женси кушылдыру үткәрелгән. Мәсәлән, бөтен дөньяда танылган Орлов юртакларыннан рус токымының нәсел башлангычы болай барлыкка китерелгән. Башта гарәп менге ат токымыннан булган айгыр белән Дания авыр йөк аты токымын кушылдырганнар, аннары алардан туган айгыр белән Голландия юртак ат токымын каплатканнар. Шуннан соң мәгълүм бер билгеләр буенча сайланыш үткәрелгән.

Сайланышның иҗади роле. Сайланыш кеше камилләштерергә теләгән орган яисә билгеләрнең үзгәрүенә алып бара 5. Кеше, уртак кыргый нәселдәшләреннән килеп чыккан токым һәм сортларны төрле хуҗалык максатларына, үзенең зәвык һәм хаҗәтенә яраштырып төрле юнәлешләрдә үстерә. Алар бер-берсенә һәм үзләренең кыргый төрдәшләренә торган саен күбрәк охшамый башлыйлар. Токымнар һәм сортлар эволюциясендә ясалма сайланышның ролен кеше өчен яраксыз тайпылышларны иләк аркылы үткәрү белән чагыштыру дөрес булмас иде. Кеше өчен файдалы нәселдәнлек үзгәрешләренә ия затларны сайлап алу бөтенләй яңа сортлар һәм токымнар барлыкка килүгә сәбәп була, ягъни кеше үзе формалаштырган билгеләре һәм үзлекләре булган, элек беркайчан да яшәмәгән органик формаларны китереп чыгара.

Шуңа күрә ясалма сайланыш кеше интересларына яраклаштырылган хайваннарның яңа токымнарын һәм үсемлекләрнең яңа сортларын китереп чыгаруда төп этәргеч көч булып тора. Ясалма сайланыш турындагы тәгълимат йорт хайваннарының төрле токымнарын һәм культуралы үсемлекләрнең яңа сортларын

китереп чыгару буенча кешенең мең еллык практикасын теоретик гомумиләштерде һәм ул хәзерге заман селекция нигезләреннән берсе булып тора.

1. Йорт хайваннары токымнарының һәм культуралы үсемлек сортларының күптөрлелеген ничек аңлатырга? 2. Ясалма сайланыш өчен башлангыч материал булып үзгәрүчәнлекнең нинди формалары хезмәт итә? 3. Сайланышның токымнар һәм сортлар китереп чыгару юнәлешенә йогынтысын мисаллар белән күрсәтегез. 4. Ясалма сайланышның иҗади роле нәрсәдән гыйбарәт?

6. Яшәү өчен көрәш

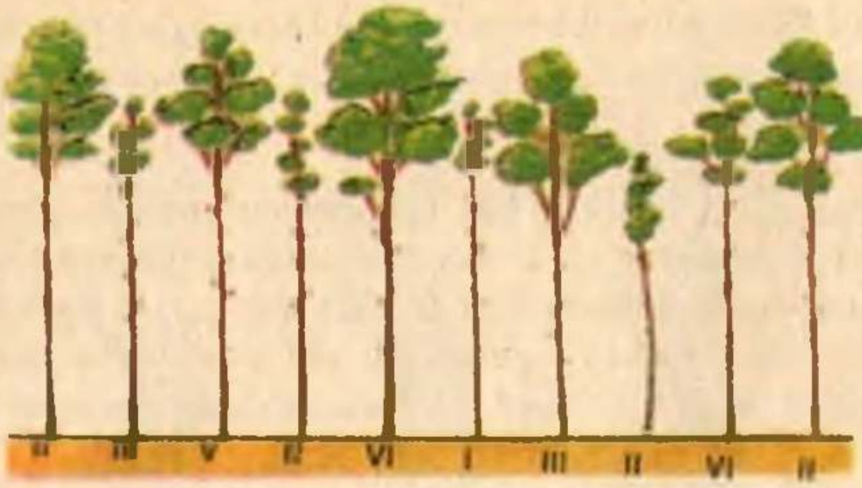
Белгәнегезчә, нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге нигезендә алып барылган ясалма сайланыш кешенең хуҗалык интересларына яраклаштырылган токымнар һәм сортлар китереп чыгарырга булышлык итә. Ч. Дарвин, табигатьтә дә тереклек шартларына җайлашкан организмнарны барлыкка китерә торган сайланыш процессы юкмы икән соң, дигән сорау куя.

Үрчү интенсивлыгы. Ч. Дарвин барлык тереклек ияләренең бик күп үрчем бирә алу сәләтенә игътибар иткән. Мәсәлән, бер аскарида тәүлегенә 200 мең күкәй сала, соры күсе елына 5 тапкыр, уртача 8 әр бала китерә, 3 айдан соң күсе балалары үзләре дә җенси яктан җитлегәләр, күке яше үсемлегенең бер җимешендә кимендә 186 300 орлык була.

Әгәр популяциядә туа килгән һәр нәсел-буынның барлык затлары да исән калып үрчесәләр, ул чагында һәрбер төр Җирдә үзе өчен яраклы бөтен урынны бик тиз алып бетерер иде.

Яшәү өчен көрәш формалары. Популяциядә затлар үзләре биләгән территориядә яши ала торган саннан күп тапкыр артык үрчиләр. Популяциядә барлыкка килә торган затлар саны белән аларның тереклек итүе өчен кирәкле шартлар арасында ярашу булмау яшәү өчен көрәшкә китерә.

«Яшәү өчен көрәш» дигәннән затларның төрләр эчендәге, төрара һәм органик булмаган табигать белән катлаулы һәм күптөрле мөнәсәбәтләрен аңлыйлар, шуның белән бергә бер затның тереклек итүен генә түгел, бәлки барыннан да бигрәк аның үрчемлелеген һәм үзеннән соң үрчергә сәләтле нәсел калдыра алуын да күздә тоталар. Тик кайбер очракларда гына, ерткычлар табыш өчен тартышканда яисә корбаны белән сугышканда, яшәү өчен көрәш турыдан-туры сугышу формасында бара.



6. Бер үк вакытта утыртылган наратлар. Кысрыклану дәрәҗәсе саннар белән күрсәтелгән.

Дарвин яшәү өчен көрәшнең өч формасын аера: төр эчендә көрәш, төрара көрәш һәм органик булмаган табигатьнең уңайсыз шартлары белән көрәш.

Яшәү өчен төр эчендә көрәш теләсә кайсы төрнең бер популяциясе затлары арасында бара. Бу — көрәшнең иң киеренке формасы, чөнки бер популяция затлары бер үк азыкка, бер үк төрле сыеныр урынга мохтаҗ була һәм бер үк төрле куркыныч алдында тора. Ерткычлар арасында табыш өчен үзара җиңешү, территория яки ана зат өчен көрәш моңа мисал була ала.

Төр эчендә барган ярышның ачык мисалын бер үк вакытта утыртылган ылыслы урман популяциясендә күрергә мөмкин [redacted]. Киң ябалдашлы иң биек агачлар кояш нурларын күбрәк алалар; аларның көчле тамыр системасы туфрактагы суны һәм суда эрегән минераль матдәләрне, зәгыйфьрәк күршеләренә караганда, күбрәк ала. Җиңгән агачлар, башка агачларның үсүен һәм үсешен тоткарлап, аларны корыта һәм һәлак итә, үзләре бик күп орлык барлыкка китерә.

Популяциядәге затлар һәм, димәк, төр эчендәге затлар арасындагы мөнәсәбәтләр күптөрле, катлаулы һәм каршылыклы була. Ахыр чиктә алар күп вакытта популяцияне һәм төрне саклап калуга хезмәт итә. Төрнең бөтен популяция өчен файдалы булган җайлашулары аерым затлар өчен зарарлы һәм хәтта аларның һәлакәтенә сәбәп тә булырга мөмкин. Акчарлаклар, үрчем артып киткәндә, балаларының бер өлешен юк итәләр: аларны ашыйлар яисә, башларына бәреп, йоткан азыкларын кире чыгарталар, ул азыкны шунда ук олы акчарлаклар эләктереп ала. Кайчагында песнәкләр дә балаларының бер-икесен ояда таптап үтерәләр.

Затлар сан ягыннан бик нык артканда, популяциядә төр эчендәге көрәш кискенләшә. Бу хәл азык шартлары начарланганда, тереклек итүчеләр саны артып киткәндә һ. б. була. Андый очракларда популяциядә затларның үрчемлелеге кими; затларның күпләп һәлак булуына һәм популяциядә саны кимүгә китерә торган эпидемияләр кабынып китә.

Бер популяциядәге затларның турыдан-туры үзара бәрелешүләренә юл куймый торган бик күп җайлашулар бар. Көрән аю үзенә азык таба торган урынның чикләрен агачларда тырнак эзләре калдырып билгели. Бүре үзенең индивидуаль азык участогын бәвеле белән билгеләп чыга. Ата песнәк һәм кызылтүш урынның буш түгеллеген сайрап белдерә. Хайваннар чит участокларның чикләрен бозмаска тырышалар. Бер төрдәге хайваннар популяциясендә бер-берсенә ярдәмләшү һәм булышуны яшь буынны бергәләп ашатуда, тәрбияләү һәм саклауда (мәсәлән, умарта оясында, атлар көтүендә) күрергә мөмкин.

Шул рәвешчә, төр эчендә көрәш шул төргә кергән затларның үрчемлелеге түбәнәю һәм бер өлешенең һәлак булуы белән бергә бара. Әмма, тулаем алганда, бу бик күп буыннар дәвамында төрнең яшәү тиралегенә, бу көрәшне китереп чыгара торган факторларга күбрәк җайлашу юнәлешендә камилләшүенә булышлык итә.

Яшәү өчен төрара көрәш төрле төр популяцияләре арасында бара. Әгәр төрләр бер ыругка керсәләр һәм охшаш шартларга мохтаҗ булсалар, бу көрәш тагын да кискенрәк төс ала. Соры һәм кара күселәр — бер ыругның төрле төрләре. Соры күсе Европада кеше яши торган урыннардан кара күсене бөтенләй кысрыклап чыгарган, ул хәзер урманлы районнарда һәм чүлләрдә генә очрый. Соры күсе зуррак, яхшырак йөзә һәм, иң мөһиме, агрессиврак, шуңа күрә кара күсе белән сугышканда җиңеп чыга. Шотландиянең кайбер өлкәләрендә соры миләш чыпчыгының (дрозд-деряба) тиз үрчүе икенче бер төрнең — сайрый торган миләш чыпчыкларының (певчий дрозд) — кимүенә китергән. Австралиягә Европадан кертелгән гади бал корты андагы уксыз вак бал кортын кысрыклап чыгарган.

Ачык урыннарда өшүчән чыршы үсентеләре нарат, каен, усак агачлары кебек яктылык яратучы токымнарга ышыкланып башта әйбәт үсә, ләкин аннары, яшь чыршыларның ябалдашлары тоташкач, яктылык яратучы токымнарның яшь үсентеләре һәлак була.

Яшәү өчен төрара көрәшкә бер төрнең икенче төрдән берьяклы гына файдалануы, «ерткыч — корбан» дип аталган типтагы мөнәсәбәтләр хас (балыклар планктонны ашыйлар). Ләкин яшәү өчен көрәш мисаллары сүзнең туры мәгънәсендәге көрәшкә генә кайтып калмый. Мәсәлән, бер төрнең, үзенә зарар китермичә генә, икенче төргә уңай шартлар тудыруы (кошлар һәм имезүчеләр җимеш һәм орлыкларны тараталар), төрле төрләрнең бер-берсенә үзара уңай шартлар булдыруы (чәчәкләр һәм аларны серкәләндерүчеләр) яшәү өчен көрәшнең киң мәгънәсендә бер формасы булып тора.

Биологик ярыш күренешләре бик ачык чагылган урманда үсемлекләрнең бергәләп үсүләренең файдасы да күренә. Анда, ачыклыктагыга караганда, җылылык, су һәм һава режимы башкачарак була: температура кискен үзгәрми, чагыштырмача дымлылык артыграк; агачларның өске ярусы астындагы ышыклыкта күләгәгә чыдам куаклар, үләннәр, мүк, җир суүсемнәре үсә.

Уңайсыз шартлар белән көрәшне тирәлекнең тышкы шартлары начарланганда, мәсәлән, температура яки дымлылыкның тәүлеклек һәм сезонлы тирбәлешләре вакытында төр ареалының теләсә кайсы өлешендә, шулай ук затлар артык җылыга яисә салкынга, корылыкка яисә дымлылыкка эләккән һәр җирдә күзәтергә мөмкин. Чүлдәге үсемлек турында, ул «корылык белән көрәшә» диләр. Төньякка таба күчә барган саен кырыс климат шартларында, башка бернинди үсемлекләр комачауламаса да, корып беткән тәбәнәк агач һәм куаклар очрый. Шушы ук күренеш тау битләренә күтәрелгәндә дә күзәтелә.

Уңайсыз шартлар белән көрәшнең дә эволюция өчен әһәмияте зур, чөнки ул төр эчендә көрәшне кискенләштерә. Мәсәлән, җылылык, туклыклы матдәләр җитешмәгәндә, үсемлекләр популяциясендәге затлар арасында шушы факторлар өчен көрәш кискенләшә. Бу көрәштә тереклек итү сәләте зуррак булган затлар җиңеп чыга (аларда физиологик процесслар, матдәләр алмашы интенсиврак бара). Әгәр әлеге биологик үзенчәлекләр нәселдән нәселгә күчсә, алар ахыр чиктә төрнең камилләшүенә китерә.

Кешенең тере табигатьтәге катлаулы мөнәсәбәтләрдән файдалануы. Яшәү өчен көрәш турындагы тәгълимат практиканың күп кенә мәсьәләләрен хәл кылу өчен, мәсәлән, авыл хуҗалыгы һәм урман хуҗалыгы корткычларына каршы көрәшнең биологик методын эшләү өчен, фәнни нигез булып хезмәт итә. Чәчү әйләнешләрен билгеләгәндә, шул кырда игеләсе культураларның

туфракка, суга, зарарлы бөҗәкләргә, төрле авыруларга мөнәсәбәтен исәпкә алып, аларны дөрес чиратлаштыралар. Шул ук хәл урман (имән, каен, бүк һ. б.) утыртканда да күзәтелә, мәсәлән, микоризасыз туфракка гөмбә гифлары кертәләр. Хасил булган микориза — гөмбә мицелие белән агач тамырлары симбиозы — туфрактан дым һәм туклыклы матдәләр алып, агачның нормаль үсүен тәэмин итә.

Балыкларны ясалма үрчетү өчен, сулыкларны башта ерткыч балыклардан (чуртан, алабуга), шулай ук кыйммәте булмаган балыклардан (чабак, чәнечкеле балык) арындыралар, ә аннары күп продукт бирә торган балыкларны (карп, ала балык һ. б.) җибәрәләр. Шушы ук сулыкта азыклык организмнарның үсүе өчен дә шартлар тудыралар. Аучылык хуҗалыгын фәнни нигезгә салу көтүлекләрдә һәм өерләрдә хайваннарның җенес һәм яшь үзенчәлегенең дөрес нисбәтен, шулай ук алар өчен кирәкле азык участокларының зурлыгын белүне таләп итә.

Ерткыч хайваннарны бетергәндә, аларның табигатьтә корбаннары арасында көчсез һәм авыру затларны юк итүдәге санитарлык ролен исәпкә алалар. Канаданың кайбер районнарында бүреләрне бөтенләй кырып бетерү боланнар арасында эпидемия килеп чыгуга һәм боланнарның баш саны кимүгә сәбәп булган. Ерткыч кошларны кырып бетерү белән киек кошларның (көртлек, боҗыр) саны башта бик тиз арта, ләкин соңыннан аларның суалчанлы һәм башка авырулардан бик күпләп үлүе күзәтелә.

Кешеләрдә һәм хайваннарда төрле йогышлы (инфекцион) авыруларны булдырмау һәм дәвалау өчен антибиотиклар һәм фитонцидлар кулланалар. Антибиотикларны да, фитонцидларны да үсемлекләр эшләп чыгара, алар бу үсемлекләр өчен зарарлы микроорганизмнарның тереклек эшчәнлеген киметергә сәләтле үзенә бертөрле матдәләр. Антибиотикларны түбән төзелешле күп кенә гөмбәләр, ә фитонцидларны күптөрле чәчәкле үсемлекләр башка төрләргә каршы көрәштә җайлашу чарасы итеп эшләп чыгаралар.

1. «Яшәү өчен көрәш» дигән сүзләргә Дарвин нинди мәгънә биргән? 2. Бер популяция затлары, төрле төр затлары, популяцияләр затлары белән тиреләк шартлары арасында нинди үзара мөнәсәбәтләр яши? 3. Яшәү өчен көрәшнең сәбәпләре һәм нәтиҗәләре нинди? 4. Кешенең терек табигатьтәге бәйләнешләрне файдалануына мисаллар китерегез.

7. Табигый сайланыш, эволюциянең башка факторлары

Яшәү өчен көрәштә популяциядәге нинди затлар үсеп җитәләр һәм үрчи алалар соң?

Табигый сайланышның асылы. Бер популяциядәге затларның нәселдәнлек үзгәрешләре төрле юнәлештә барырга һәм тереклекнең бер үк шартларында бик күптөрле булырга мөмкин (30 бит).

Билгеле бер тереклек шартларында файдалы нәселдәнлек үзгәрешләре булган затлар яшәү өчен көрәштә буыннан буынга күбрәк сакланып килә һәм үзләренең үрчергә сәләтле нәселбуынын калдыра. Киресенчә, шул ук шартлар өчен зарарлы нәселдәнлек үзгәрешләре булган затлар торган саен азрак һәм көчсезрәк нәсел-буын калдыра, бу исә ахыр чиктә төрләрнең үлеп бетүенә китерергә мөмкин.

Билгеле бер шартларда яшәү өчен файдалы нәселдәнлек үзгәрешләре булган затларның күбрәк исән кала килүе һәм үзләренең нәсел-буынын калдыруы процессын табигый сайланыш дип атыйлар.

Дарвин табигый сайланышны «үзгәреш кичерүче хайваннарның үзләре сайлап алганы» түгел дип кисәтә. Сайлап алу факторы ролен тереклек шартлары уйный. «Табигый сайланыш» төшенчәсен Дарвин, табигый законнарга буйсыну нәтиҗәсен кыскача билгеләү өчен, метафорик мәгънәдә куллана.

Популяцияләрдәге сайланыш. Сайланыш популяция эчендә башлана. Һәр табигый популяция бер төрнең сизелер-сизелмәс кенә аерылып торган, димәк, төрле морфологик билгеләре һәм физиологик үзлекләре дә булган затлары төркемен тәшкил итә. Популяция төрлерәк булган саен, табигый сайланышның көче нәтиҗәлерәк була.

Бөҗәкләр һәм кайбер имезүче хайваннар популяцияләрен өйрәнү яшәү өчен көрәшнең һәм табигый сайланышның шактый интенсив баруын һәм чагыштырмача кыска гына вакыт эчендә аның нәтиҗәләренең сизелерлек булуын ачыклады.

Европадагы күп кенә илләрнең индустриаль районнарында (анда агачларның кабыгы, кәүсәсе һәм яфраклары еш кына корым һәм төтен белән капланган була) соңгы 100 ел эчендә караңгы төстәге бөҗәкләр ачык төстәге бөҗәкләрне кысрыклый баралар. Англиядә, мәсәлән, төнге күбәләкләрнең 70 проценттан

артыграгы — караңгы төстә. Популяцияләрдә бу процесс күбәләкләрне кошлар чүпләп бетерүдән коткарып калырлык иң яхшы саклагыч төс булдыруга йөз тоткан табигый сайланыш йогынтысында бара. Һәм, киресенчә, промышленность үсмәгән районнарда популяцияләрнең караңгы төстәге затлары күбрәк бетә. Тагын бер мисал — Бирмингемда һава чистара төшкәч, караңгы төстәге ике тимгелле камканың саны икеләтә кимегән, чөнки яктыра төшкән гомуми фонда бөҗәкләр яхшырак күренә башлаган һәм кошлар аларның бик күбесен чүпләп бетергән.

Соңгы вакытта бөҗәкләрнең һәм талпаннарның агулы химикатлар тәэсиренә бирешми торган төрле төрләренең популяцияләре барлыгы беленде (элек алар андый агулы химикатлардан үлә торган булганнар). Андый популяцияләрнең барлыкка килүе мутацияләр килеп чыгу, уңайсыз шартларга бәйле рәвештә, төр эчендә көрәш кискенләшү һәм табигый сайланыш тәэсире белән аңлатыла. Популяцияләрдәге затларга агулы химикатлар бер төрле тәэсир итми, чөнки аларның кайберләрендә агуга чыдамлылыкны арттыруга булышлык итә торган мутацияләр барлыкка килгән була. Әлеге мутацияләр затларның кушылуы нәтиҗәсендә популяциядә тарала, ә табигый сайланыш исә аларны саклый, ниһаять, бу агулы химикатка бирешми торган яңа популяция барлыкка килүгә таба алып бара. Популяция эчендә үрчемлерәк нәсел-буын бирә торган затлар сайланышы бара. *Сайланыш һәрвакыт юнәлешле характерда була, ул тереклек итү шартларына җайлашуларның камилләшүенә китерә.*

Әлеге популяциянең бу төр эчендәге башка популяцияләрдән аерымлыгы көчәя һәм ныгый.

Әгәр тирәлек шартлары азмы-күпме даими булса, ул вакытта анда чагыштырмача күптән яши торган популяцияләр күп миллион еллар дәвамында үзгәрми диярлек (чукканатлы балыклар, сөйрәлүче гаттерия). Шушы шартларда билгеләре нормаль хәлдән артык тайпылган затларны яшәү өчен көрәштә сайланыш юкка чыгарган. Давылда үлгән чыпчыкларны тикшерүләр (Англия, 1899) шуны күрсәткән: аларның күбесе я кыска канатлы, я озын канатлы булган, уртача канатлы затларның барысы да диярлек исән калган.

Тирәлектә шартлар үзгәргәндә, яңа шартларда яшәү өчен файдалы мутацияләре булган затлар өстенлек ала. Буыннан буынга андый затлар исән кала һәм үрчи, ә башкаларын бары-

сын да сайланыш юкка чыгара. Бу хәл исә билгеләрнең яңа нормалары урнашуын китереп чыгара.

Җил-давыл уйнаган океан утрауларында Дарвин нигездә канатсыз һәм озын канатлы бөҗәкләрне генә таба. Бу утрауларда җилгә каршы тора алырлык озын канатлы бөҗәкләр яки бөтенләй очарга сәләтсез, ярыкларда посып калган бөҗәкләр генә сакланган һәм үрчегән. Канатлары уртача үсеш алган бөҗәкләрне исә җил океанга очыртып алып киткән, һәм алар шунда һәлак булганнар.

Җилләргә бөтен яктан да ачык Вознесение утравында бер генә агач та үсмәгән. Кергелен утравында да шул ук хәл күзәтелгән, анда бөтен үсемлекләр дә диярлек җиргә ятып үсә, ә иң биек дип исәпләнгән үсемлекнең буе күп дигәндә 1 метрга җитә. Күп кенә үсемлекләр тыгыз кәс түмгәкләре барлыкка китерә. Биредә, яшәү өчен көрәш процессында, биек яки начар тамырланган үсемлекләрне күп гасырларга сузылган табигый сайланыш юкка чыгара барган.

Табигый сайланышның иҗади роле. Кешегә бөтенләй сизелми торган үзенчәлекләре булган затлар табигый сайланышка дучар була. Әһәмияте зур булмаган теләсә нинди, ләкин яшәү өчен көрәштә нәселдән килгән файдалы үзгәреш табигый сайланыш тарафыннан эләктереп алынырга мөмкин. Димәк, табигый сайланыш популяция, шулай ук тулаем төр өчен файдалы нәселдәнлек үзгәрешләрен саклау һәм туплау аша бара һәм, яңа тирәлеккә башкалардан яхшырак җайлашкан һәм үзләреннән соң нәсел-буын бирергә сәләтле затлар барлыкка китерә. Яшәү өчен көрәштә андый затлар сирәгрәк һәлак була.

Табигый сайланыш акрын бара һәм теләсә нинди яшьтәге, теләсә кайсы җенестәге затларга тарала.

Табигый сайланыш табигатьтә иҗади роль уйный: юнәлеше булмаган нәселдәнлек үзгәрешләреннән тереклек итүнең шушы шартларында камилләшкәнрәк затларның яңа төркемен китереп чыгарырлыклары сайланыш таба.

Табигый сайланыш — эволюция процессының төп этәргеч көче. Табигый сайланыш төр киң таралып урнашканда уңышлырак уза, чөнки төр тарала төшкән саен популяцияләр саны арта һәм алардагы геннар составы төрләнәнә бара (19 бит). Мондый шартларда сайланыш мөмкинлекләре киңәя. Елның төрле вакытында һәм төрле елларда табигый сайланышның интенсивлыгы

һәм юнәлеше үзгәрә. Бу — затларның биологиясе һәм тереклек шартларының үзгәреп торуы белән бәйле.

Ясалма сайланыш белән табигый сайланышның нәтиҗәсен чагыштыру. Бу ике процессның да нигезендә нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге ята, ул сайланыш өчен материал бирә. Ясалма һәм табигый сайланыш тәэсире нәтиҗәсендә яңа формалар: ясалма сайланыш вакытында — токымнар һәм сортлар, ә табигый сайланышта төрләр барлыкка килә. Бу ике процесс арасында җитди аерымлык та бар. Ясалма сайланыш вакытында үзе сизгән билгеләр буенча затларны кеше сайлап ала һәм сайланышны үзе теләгән якка юнәлтә. Шуның белән бергә сайлап алына торган билгеләрнең организм өчен зарарлы булуы да ихтимал. Мәсәлән, иң яхшы токымлы дуңгызлар һәм сөт терлекләре, кеше кайгыртучанлык күрсәтмәсә, табигатьтә яши алмаслар иде. Табигый сайланыш вакытында сайлап алу факторы булып тирәлек шартлары тора. Бу очракта тереклек итү өчен файдалы булган теләсә нинди билге сайлап алына. Шуңа күрә табигый сайланыш популяция өчен һәм, тулаем алганда, төр өчен генә файдалы була.

Ясалма сайланыш нәтиҗәсендә кешенең ихтыяҗларына һәм куелган максатларына җайлаштырылган йорт хайваннарының яңа токымнары һәм культуралы үсемлекләрнең яңа сортлары китереп чыгарыла. Ә табигый сайланыш нәтиҗәсендә әйләнә-тирәнең билгеле бер шартларында яшәргә җайлашкан төрләр барлыкка килә.

Ясалма сайланыш кеше игенчелек белән шөгыльләнә һәм хайваннарны кулга ияләштерә башлаганнан бирле үткәрелә. Табигый сайланыш органик дөньяның бөтен тарихы дәвамында — Җирдә тереклек барлыкка килгән вакыттан бирле бара. Табигый һәм ясалма сайланыш бер-берсе белән органик бәйләнештә тора: хайван токымнарына һәм үсемлек сортларына, ясалма сайланыштан тыш, табигый сайланышның да тәэсире дәвам итә.

Эволюциянең башка факторлары. Дарвин иҗат иткән эволюция теориясенең төп положениеләре хәзерге вакытта да үзләренең әһәмиятен югалтмадылар, бәлки яңа дәлилләр белән баетылдылар һәм үсеш алдылар. Мутацияләр һәм комбинатив үзгәрүчәнлек турындагы тәгълимат тирәнтен эшләнә, аларның килеп чыгу механизмы тикшерелә. Табигый сайланыш тәэсирен өйрәнү буенча эксперименталь тикшеренүләр алып барыла. Эволюциянең яңа факторлары ачыклана, алар исәбенә популяция дулкыннарын, яисә тереклек дулкыннарын кертергә кирәк.

Табигатьтә популяцияләрнең саны даими тирбәлештә: популяциядәге затлар саны әле артып, әле кимеп тора. Азмы-күпме регуляр рәвештә бер процесска алмашка икенчесе килә, шуңа күрә аларны тереклек дулкыннары, яисә популяция дулкыннары дип атыйлар. Кайбер очракларда алар ел вакытына бәйле (күп кенә бөҗәкләрдә, берьеллык үләннәрдә). Икенче бер очракларда андый дулкыннар шактый озак вакыттан соң күренә һәм климат шартлары яисә азык уңышы үзгәреп торуга бәйле була (тиеннәрнең, куян, тычкан, бөҗәкләрнең күпләп үрчүе). Кайчагында популяцияләрдәге затлар саны үзгәрүгә урманнар яну, су басу, каты салкыннар яисә корылык сәбәп була.

Бу дулкыннар популяцияләрдәге сирәк очрый торган геннар һәм генотиплар концентрациясен бөтенләй очраклы һәм кискен рәвештә үзгәртәләр. Дулкыннар кими барган чорда геннарның һәм генотипларның беришеләре, очраклы рәвештә һәм үзләренең биологик кыйммәтенә бәйсез рәвештә, тулысынча юкка чыгарга мөмкин. Ә икенчеләре шулай ук очраклы рәвештә калалар һәм популяция сан ягыннан яңадан өстәлә башлаганда концентрацияләрен арттыралар. Популяция дулкыннары, мутация процессы кебек үк, яшәү өчен көрәшкә һәм табигый сайланышка очраклы, билгеле бер юнәлеше булмаган нәселдәнлек материалы бирәләр.

Эволюция факторларына изоляция дә, ягъни затларның җенси кушылуын чикләүче төрле киртәләр килеп чыгу да керә (18 бит), ул исә бер төрдәге төрле популяцияләрнең ген составында җитди аерымлыклар китереп чыгара, ягъни популяцияләрнең тагын да аерымлана төшүенә китерә.

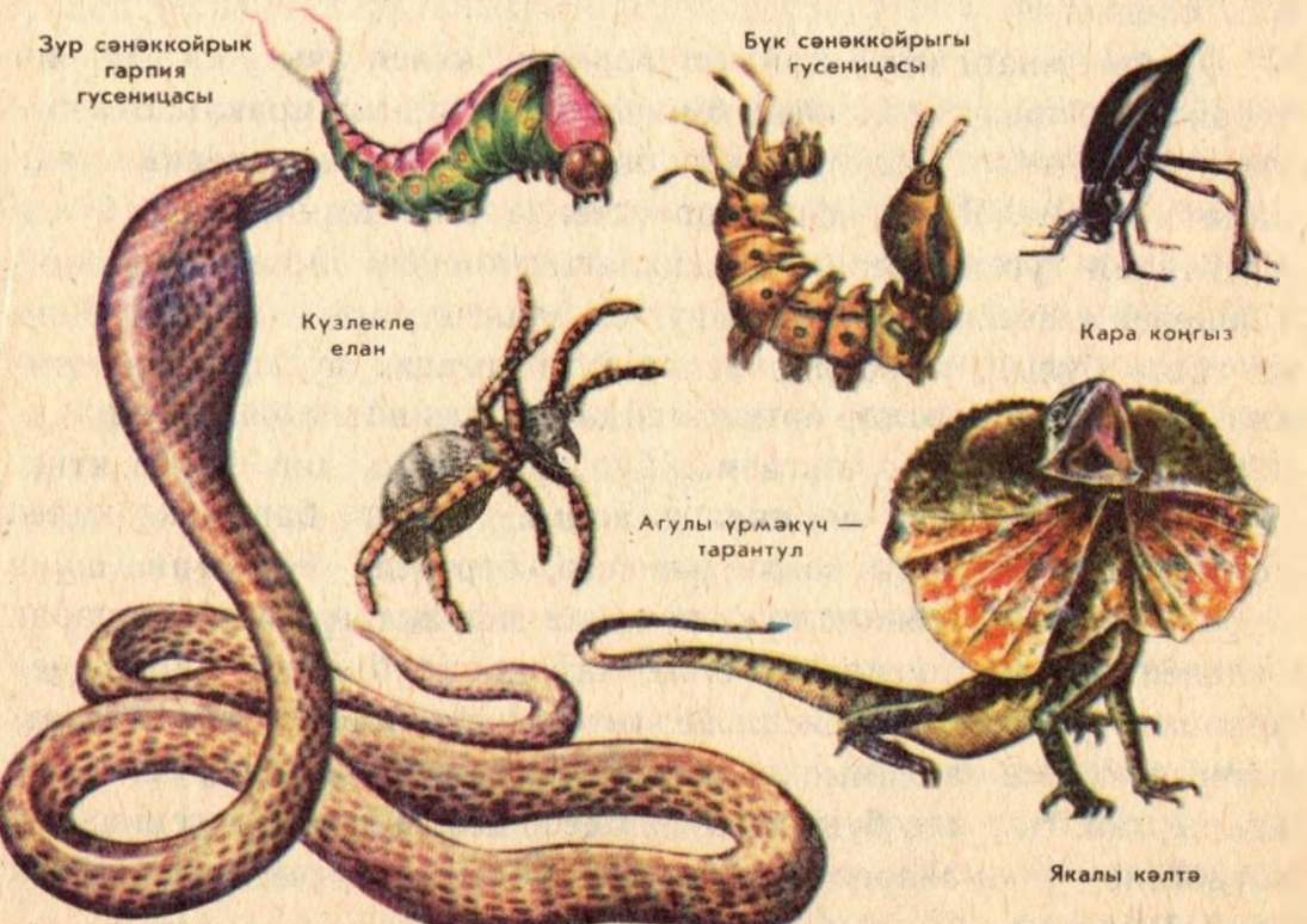
Без тикшереп үткән әлеге факторлар эволюцион процесска нинди дә булса юнәлеш бирмиләр. Алар популяциядә төрле генотипларның тупланышын арттыралар яисә киметәләр һәм табигый сайланышның нәтиҗәлелегенә йогынты ясыйлар. Эволюциянең юнәлдергеч әһәмияткә ия булган бердәнбер факторы булып табигый сайланыш тора, чөнки аның тәэсире тереклекнең конкрет шартларына бәйле һәм ул шул тереклектә төрләрнең тереклек итүгә җайлашуына китерә. Табигый сайланыш яңа популяцияләр һәм тора-бара кече төрләр, төрләр китереп чыгарырга мөмкин.

1. Табигый сайланышның популяциядә башлануын ничек аңлатырга? 2. Табигый сайланышның иҗади роле нәрсәдән гыйбарәт? 3. Табигатьтәге төрләр эволюциясенең этәргеч көчләре нинди? 4. Зарарлы бөҗәкләргә каршы ни өчен яңа агулы химикатлар булдырырга туры килә? 5. Популяция дулкыннары нидән гыйбарәт һәм эволюциядә аларның роле нинди?

8. Организмнарның җайлашуы һәм аның чагыштырмачалыгы

Җайлашуның күптөрлелеге. Хайваннарның тышкы һәм эчке төзелеше, инстинктлары, үз-үзләрен тотышлары аларның тереклек шартларына җайлашуы белән характерлана. (7 һәм 8 рәсемнәрдә сурәтләнгән хайваннарның җайлашуы нәрсәдә чагылуына төшенегез.) Бер үк тирәлектә яшәүче төрле хайваннарның җайланмалары төрле була. Сукыр тычкан (крот) җирне — аяклары белән, ә күзсез тычкан (слепыш) җир асты юлларын башы һәм көчле үскән алгы тешләре белән казый. Тюлень — ишкәк аяклары ярдәмендә, ә дельфин койрык йөзгече ярдәмендә йөзә.

Үсемлекләрнең читтән серкәләнүен төрле җайланмалар тәэмин итәләр (мисаллар китерегез). Җилдәк һәм зәңгәр умырзаяның язгы нәфис шытымнары нульдән түбән температурага да чыдыйлар, чөнки аларның күзәнәк сыекчасы куе шикәр эремәсен хасил итә. Агач һәм куакларның вак яфраклылыгы һәм тәбәнәклеге, тамырларның өстә ятуы, үсемлекләрнең язын һәм җәен



7. Төрле хайваннарның куркыту позалары.

8. Диңгез атчыгы һәм энә-балык куе үсемлекләр арасында.

гадәттән тыш тиз үсүе — болар барысы да аларның тундрада яшәргә җайлашкан үсемлекләр булуын күрсәтә.

Үрчү интенсивлыгының төрле булуы төрне, аның популяцияләрен саклап калу өчен мөһим җайлашу булып тора. Иң күп кырыла торган төрләрнең (паразит суалчаннар, балыкларның күп төрләре) үрчеме дә күпсанлы, нәсел-буынны саклау инстинкты яхшы үскән төрләрдә ул аз санлы.

Чәнечкеле ана балык ата балык ясаган ояга 120—150 уылдык чәчә, аталанган уылдыкны һәм маймычларны ата балыклар саклый. Тәрәч балык 4 миллионга кадәр уылдык чәчә һәм аны сакламый.

Организмнардагы җайлашуларның килеп чыгуы. Дарвин теориясе әйләнә-тирәлекнең конкрет шартларына яраклы катлаулы һәм күптөрле җайлашулар барлыкка килүгә материалистик аңлатма бирә. Яшел яфраклар өстендә яшәүче нинди дә булса популяция гусеницаларында саклагыч төснең барлыкка килүен тикшереп карыйк. Аларның ыруг башлангычлары нииндидер башка төстә булып, яфраклар белән тукланмаган булырга да мөмкин. Нинди дер шартлар нәтиҗәсендә ул гусеницалар яшел яфраклар белән туенуга күчәргә мәҗбүр булганнар, дип фараз итик.

Бу бөҗәкләр популяцияләре, даими рәвештә барлыкка килеп торган мутацияләргә бәйле рәвештә, бертөсле булмаган, шуңа күрә күпләгән гусеницалар арасында яфраклар фонында азрак беленеп торган яшькелт төстәге затлар да булган. Яшәү өчен көрәштә табигый сайланыш йогынтысында яшькелт төстәге затларның күбесе сакланып калган һәм үзләреннән соң нәсел-буын калдырган. Һәр яңа буында бу процесс дәвам иткән, гусеницалар гәүдәсенең төсе әйләнә-тирәнең төп фонына торган саен күбрәк охшый барган.

Мимикрия килеп чыгуны да шулай ук аңлатырга мөмкин. Затларның гәүдә төзелешендә, төсендә, тотышларында, аз гына булса да, саклагыч җайлашулары бар хайваннарга охшашлыгын көчәйтүче нәселдәнлек тайпылышлары килеп чыкса, андый затларның файдалы үзгәрешләре булмаган затлар белән чагыштырганда, яшәп калырга һәм нәсел-буын бирергә мөмкинлекләре зуррак булган. Яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш тәэсирендә файдалы үзгәреш буыннан буынга көчәйгән һәм камилләшкән, саклагыч җайлашулары булган хайваннарга охшау билгеләре туплана барган.

Һәр җайлашу һәм барлык җайлашулар җыелмасы нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге нигезендә бик күп буыннар дәвамында яшәү өчен көрәш һәм сайланыш процессында барлыкка килә. *Организмнарның җайлашуы шушы тереклек шартларында эволюциянең этәргеч көчләре тәэсиренең нәтиҗәсе булып тора.*

Җайлашулар барлыкка килү турында Дарвин аңлатмасы Ламарк аңлатмасыннан тамырыннан аерыла (10 бит). Хайваннар үзләренең төсен яки гәүдә формаларын үзгәртүдә «күнегүләр» ясаганнар һәм шуның нәтиҗәсендә җайлашуга ирешкәннәр дип уйлап булмый. Организмның бер-берсенә үзара җайлашуларын да, мәсәлән, эшче бал кортларының хортумчык формасы ни өчен үзләре серкәләндерә торган билгеле бер төр үсемлекләрнең чәчәк төзелешенә туры килүен дә бу юл белән аңлатып булмый: эшче кортлар үрчемиләр, ә ана кортлар нәсел-буын бирсәләр дә, хортумчыкларын «күнектерә» алмыйлар, чөнки алар серкә җыймыйлар. Организмнарның бары тик файдалы нәселдәнлек үзгәрешләре барлыкка килү юлы белән генә турыдан-туры җайлашуы турындагы теория ахыр чиктә баштан ук максатка ярашлы итеп яратылган булуын фараз итүдән килеп чыга (10 бит). Аның идеалистик характерын эволюциянең этәргеч көчләре турындагы Дарвин тәгълиматы нигезендә генә ачарга мөмкин.

Организмнар җайлашуының чагыштырмачалыгы. Организмнар төзелеше һәм функцияләренең максатка туры килүчәнлеге бары тик конкрет тышкы тирәлек белән бәйләнештә генә чагылыш таба. Теләсә кайсы җайлашу да, ул эволюциянең нинди этәргеч көчләре тәэсирендә формалашкан булса, шул шартларда гына организмга яшәп калырга ярдәм итә. Ләкин бу шартларда да ул чагыштырмача була. Кышын кояшлы аяз көндә ак көртлекне аның кар өстенә төшкән күләгәсе тоттыра. Ак куян кар

өстендә күренмәсә дә, урманда агачлар фонында бик тиз күзгә ташлана.

Хайваннардагы инстинктларны күзәтү күп очракларда бу инстинктларның максатка чагыштырмача туры килүен күрсәтә. Төнге күбәләкләр, һәлак булсалар да, утка очалар. Аларны утка күбесенчә төнлә яхшы күренә торган ачык төстәге чәчәкләрдән нектар җыю инстинкты тарта.

Органның тар специальләшүе организмның һәлак булуына китерүе мөмкин. Кәрәшә тигез җирдән очып китә алмый, чөнки аның канатлары озын һәм аяклары бик кыска. Ул трамплин сыман берәр нәрсә кырыннан этәрелеп кенә күтәрелә ала.

Үсемлекләрнең хайваннар ашамаслык булып җайлашуы — чагыштырмача җайлашу. Терлекләр, кагыйдә буларак, чәнечкеле саклагычлары булган үсемлекләрне ашамыйлар, әмма дөя чәнечкесен кәҗәләр, дөяләр, ач булганда, мөгезле эре терлек тә бик яратып ашый.

Төрле төргә кергән организмнарның, мәсәлән, лишайникта суүсемнәр белән гөмбәләрнең бергәләшеп яшәвенең — симбиозның файдасы да чагыштырмача характерда. Кайчак лишайниктагы гөмбә җепселләре алар белән бергә яшәүче өйдәш суүсемнәрне җимерә.

Организмнарда кирәкмәгән органнар һәм билгеләр дә очрый, мәсәлән, атларда бәкәл сөякчекләре, тау казының тәпиләрендәге ярылар (ул казлар суга беркайчан да төшмиләр), маймылда һәм кешедә өченче күз кабагы калдыклары.

Барлык китерелгән һәм бик күп башка фактлар җайлашуның абсолют булмыйча, чагыштырмача булуын күрсәтәләр.

Табигый сайланышның экспериментальдәлилләре. Хәзерге вакытта табигатьтә табигый сайланышның булуын раслый торган, аның барышын күзәтергә һәм формаларын өйрәнергә мөмкинлек бирә торган бик күп экспериментальматериаллар тупланды.

Англиядәге бер бухтада тереклек итүче крабларның башкүкрәк калканы киңлеген берничә ел буена үлчәп торганнар, ул бухтада яңа мол төзелгәч, суның алышынып торуы кимегән һәм аңа коя торган ике елганың акбурлы суыннан болганчыкланган. Шундый нәрсә ачыкланган: күпчелек башкүкрәк калканы тар булган краблар яшәп калган. Ни өчен? Аквариумда ясаган тәҗрибә түбәндәге нәтиҗәне биргән: башкүкрәк калканы киң булган затларның саңакларына судагы акбур кереп тулган һәм краблар үлә барган.

Кычыткан күбәләге курчакларын кычыткан өстенә, коймаларга, агач кәүсәләренә һ. б. урнаштырганнар. Кошлар бу күбәлэкнең саклагыч төсләре булган курчакларын һәм гусеницаларын кычыткан өстендәгеләрен генә калдырып, башкаларын бик тиз чүпләп бетергәннәр.

Кычыткан чыпчыгының (чыпчыксыманнар отряды) үз-үзен тотышын күзәткәннәр, ул төсе белән тирәлеккә охшаган карышлавык гусеницаларын алар селкенмәгәндә ашамаган.

Табигый сайланыш процессында кисәткеч төснең әһәмиятен күрсәткән мәгълүматлар кызыклы. Урман кырыендагы такталар өстенә бөҗәкләрнең 200 гә якын төрен таратып салганнар. Кошлар кисәткеч төсләре булмаган бөҗәкләрне генә чүпләп ашаганнар.

Күпчелек кошлар элпә канатлы тәмсез бөҗәкләрне дә ашамый. Кошлар, шөпшәне капканнан соң, 3—6 айга кадәр хәтта шөпшәсыман чебеннәргә дә тимиләр. Аннары, шөпшәгә юлыкканчы яңадан чебеннәрне ашый башлыйлар, ә шөпшә эләккәч, озак вакытлар тагын чебеннәргә якын килмиләр.

Ясалма мимикрия буенча да тәҗрибәләр үткәрелгән. Кошлар бер тәме булмаган кармин дигән буяуга буялган он коңгызы личинкаларын яратып ашаганнар. Шуннан соң личинкаларның беркадәресенә хинин яисә башка тәмсез матдәләр катнаштырылган буяу сөрткәннәр. Тәмсез личинкалар эләккәч, кошлар буялган личинкаларның берсенә дә кагылмый башлаганнар.

Төпләре төрле төскә буялган бассейннарга гамбузияләр җибәргәннәр. Кошлар төсләре белән бассейнда яхшырак күренгән балыкларның 70% ын, ә бассейн төбе фонына охшаганнарының 43% ын гына ашаганнар.

Табигый сайланышка эксперименталь тикшеренүләрне ботаниклар да үткәргәннәр. Нәтиҗәдә чүп үләннәрнең биологик үзенчәлекләре барлыгы беленгән, ул үзенчәлекләрнең барлыкка килүен һәм үсешен кешелек культурасы тудырган шартларга җайлашу дип кенә аңлатырга мөмкин. Мәсәлән, шепкән (әвернә чәчәкләләр семьялыгы) һәм кырлык (канәфер чәчәклеләр семьялыгы) үсемлекләренең орлыклары зурлыгы һәм авырлыгы ягыннан җитен орлыгына охшаганнар һәм җитен басуларында үсәләр. Арыш басуларында үсә торган канатсыз шөлдерут үсемлегенең (сыраҗчалар семьялыгы) орлыклары турында да шуны ук әйтергә мөмкин. Чүп үләннәр, гадәттә, культуралы үсемлекләр белән бер вакытта өлгерәләр. Җилгәргәндә чүп үләннең орлыкларын куль-

туралы үсемлек орлыкларыннан аерып алуы бик читен була. Кеше уңыш җыйганда ашлык белән бергә чүп үләннәрне дә урган һәм суккан, ә аннан аларны тагын басуга чәчкән.

Димәк, кеше үзе дә теләмәстән, аңсыз рәвештә, культуралы үсемлек орлыклары белән охшаш булган чүп үлән орлыкларының табигый сайланышына булышлык иткән.

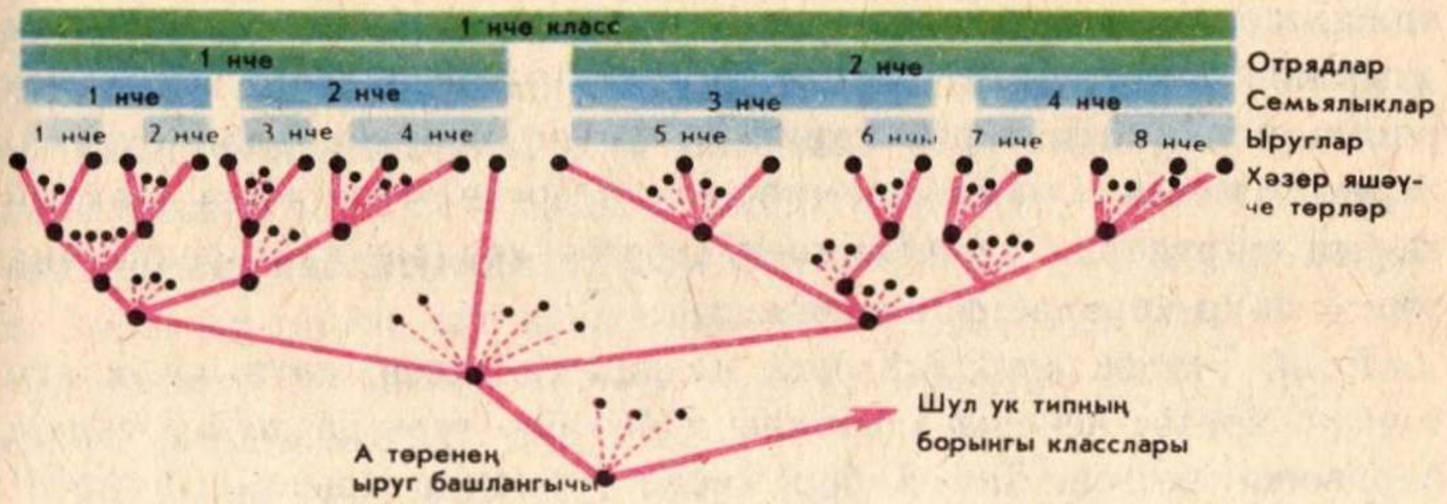
1. Терек табигать почмагындагы үсемлек һәм хайваннарның табигатьтә үзләре яши торган тирәлек шартларына җайлашуларын күзәтегез. 2. Бөҗәкләрдә кисәткеч төснең барлыкка килүен ничек аңлатырга? 3. Үсемлекләрдә һәм хайваннарда җайлашуның чагыштырмача булуына (дәреслектә булмаган) мисаллар китерегез. 4. Җайлашуның чагыштырмача булуын ничек аңлатырга? 5. Организмнарның тереклек итү шартларына җайлашуы турындагы мәсьәләдә Дарвин һәм Ламаркның карашлары нәрсәдә аерыла?

9. Яңа төрләрнең барлыкка килүе

Төр барлыкка килү турында Дарвин. Микроэволюция. Табигатьтә яңа төрләрнең барлыкка килүе эволюция процессында гаять мөһим этап булып тора. Дарвин табигатьтә яңа төрләрнең барлыкка килүен эволюциянең этәргеч көчләре тәэсирендә баруын исбат итте. Тереклек шартлары үзгәргәндә, төр эчендә билгеләрнең аерылу процессы — дивергенция бара, ул төр эчендә затларның яңа төркемчәләрен китереп чыгара. Баштагы төрдән бик күп формалар башлангыч ала, ләкин аларның барысы да үсеп китә алмый. Билгеләре ягыннан күбрәк аерыла торган формаларның үрчем бирергә сәләтле нәсел-буын калдырырга һәм яшәп калырга мөмкинлекләре зуррак була, чөнки алар, бик күп буыннар дәвамында яшәү өчен көрәштә табигый сайланыш тәэсирендә акрынлап кими һәм үлеп бетә торган арадаш формаларга караганда, үзара конкуренциягә азрак керәләр.

Табигатьтә һәрвакыт охшашлыклары бик аз булган кырый формалар гына түгел, бәлки урта формалар да сакланып, яшәп кала һәм нәсел бирә алган. Кайвакыт кырый формаларның берсе генә, ә кайчагында берничәсе үсеш ала. Әгәр озак вакытлар дәвамында тирәлек шартлары үзгәрмәсә яисә бик аз үзгәрсә, ул чагында төр, ыругка башлангыч биргән формасы белән чагыштырганда, үзгәрешсез диярлек кала.

Иң югары систематик төркемнәр эволюциясен бик ачык күрсәтә торган схеманы карагыз 9.



9. Систематик төркемнәрнең эволюциясе.

Шушы гасырның 30 нчы елларыннан башлап галимнәрнең игътибарын популяция, төрнең яшәү формасы буларак, җәлеп итә (18 бит). Яңа тикшеренүләр эволюцион процессның иң баштагы этапларына ачыклык керттеләр, ул процесслар төр эчендә бара һәм нәтиҗәдә төрнең яңа төркемчәләре — популяцияләр һәм кече төрләр барлыкка килә. Бу процессны *микроэволюция* дип атыйлар. Аны турыдан-туры күзәтергә һәм өйрәнергә була, чөнки ул тарихи яктан кыска вакыт эчендә барырга мөмкин.

Төр барлыкка килүнең географик юлы башлангыч төрнең ареалы киңәюенә яисә ареалның физик киртәләр (таулар, елгалар, климат үзгәрү) белән изоляцияләнгән өлешләргә бүленүенә бәйле. Төрнең ареалы киңәйгәндә, аның популяцияләре яңа туфрак-климат шартлары, шулай ук хайваннарның, үсемлек һәм микроорганизмнарның яңа бергәлекләре белән очрашалар. Популяциядә һаман нәселдәнлек үзгәрешләре барлыкка килеп тора, яшәү өчен көрәш бара, табигый сайланыш тәэсир итә. Болар барысы да вакыт үтү белән популяциянең геннар составы үзгәрүгә — микроэволюциягә китерә. Киләчәктә популяциянең эволюциясе яңа төр китереп чыгарырга мөмкин.

Мәсәлән, Себер карагае көнчыгышка таба бик еракка үтеп кергән; аның популяцияләре Уралдан Байкалга кадәрге территориядә таралып урнашканнар һәм төрле шартларда үсәргә мәҗбүр булганнар. Популяциядә даими рәвештә мутацияләр барлыкка килеп торган, җенси кушылу нәтиҗәсендә геннарның яңа комбинацияләре килеп чыккан; шул процесслар аркасында популяция бертөрлелеген югалткан. Конкрет тереклек итү шартларында файдалы үзгәрешләре булганнары яшәү өчен көрәш процессында һәм табигый сайланыш барышында сакланып калганнар һәм үзләреннән соң нәсел-буын калдырганнар. Бу фактор-

ларның тәэсире бик озак вакытлар дәвамында популяцияләр арасында тагын да кискенрәк аерымлыклар килеп чыгуга һәм ахыр чиктә аның биологик изоляция булып эверелүенә булышлык иткән, ягъни бер төргә карап та төрле популяциядән булганнарның җенси кушыла алмавына китергән. Нәтиҗәдә шактый кырыс шартларда эволюциянең этәргеч көчләре тәэсирендә яңа төр — даур карагае формалашкан.

Ерак Төньяк шартларында мәкнең тиз үсеп, иртә чәчәк ата торган, йөнтәс кечерәк яфраклы үзенә бер төре дә шул рәвешле барлыкка килгән. Тагын бер мисал: урман ландышының ареалы башта тоташ булган, ләкин бозлык чорына бәйле рәвештә ул изоляцияләнгән өлешләргә таркалган; шул территорияләрдә кайбер галимнәр тарафыннан яшь төрләр итеп кабул ителгән мөстәкыйль популяцияләр формалашкан.

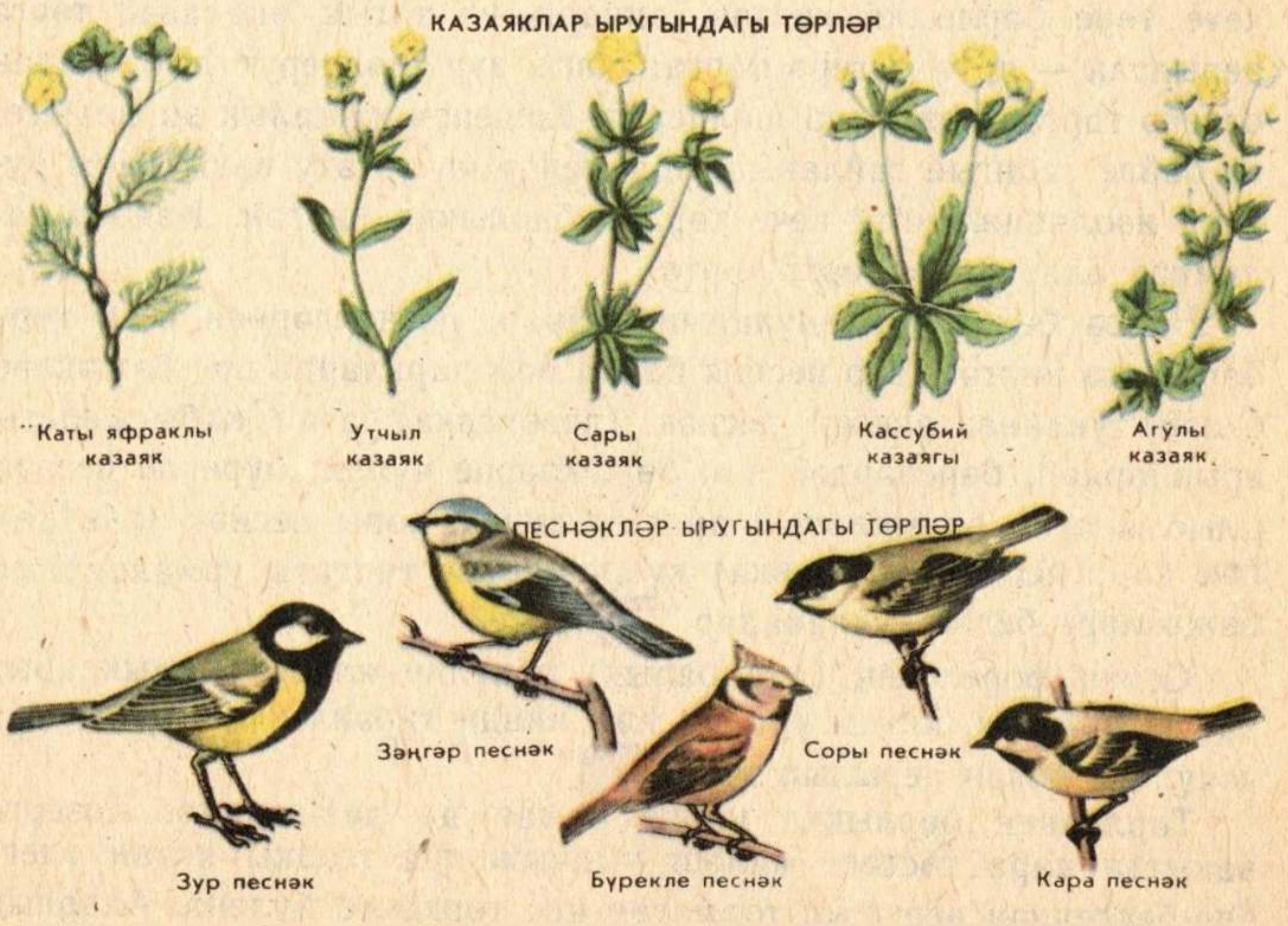
Европаның һәр җирендә таралган йокы үләне көнбатыштан көнчыгышка таба тоташ ареал тәшкил итә. Көнбатышта үсә торган формасының яфраклары нечкә генә кискәләнеп һәм тузгып тора, чәчәкләре салынкы, шуның аркасында, көнбатышта яңгырлар күп булса да, су чәчәктә җыелып калмый, тирә-якка чәчрәп бетә, ә серкәсе юылып төшми. Көнчыгышта корылык шартларында үсә торган формасына тупасрак кискәләнгән утырма яфраклар һәм чәчәкләр хас, алардан су тамырга агып төшә. Тәҗрибәләр күрсәтүенчә, йокы үләненең көнчыгышта үсә торган формасының яфраклары, көнбатышта үсә торганына караганда, суны шактый азрак парга әйләндерә. Бу ике форма арасындагы аерымлыклар — җайлашу характерындагы аерымлыклар. Йокы үләненең көнбатыш һәм көнчыгыш формалары арасында күчмә формаларның тоташ рәте бар.

СССРның урта полосасында казаяк үләненең 20 дән артык төре үсә. Алар барысы да бер төрдән килеп чыкканнар. Казаякның яңа нәсел-буыннары, далаларга, урман-кырларга киң таралып, изоляция нәтиҗәсендә акрынлап бер-берсеннән башта — кече төрләргә, ә аннары төрләргә аерымланганнар [10].

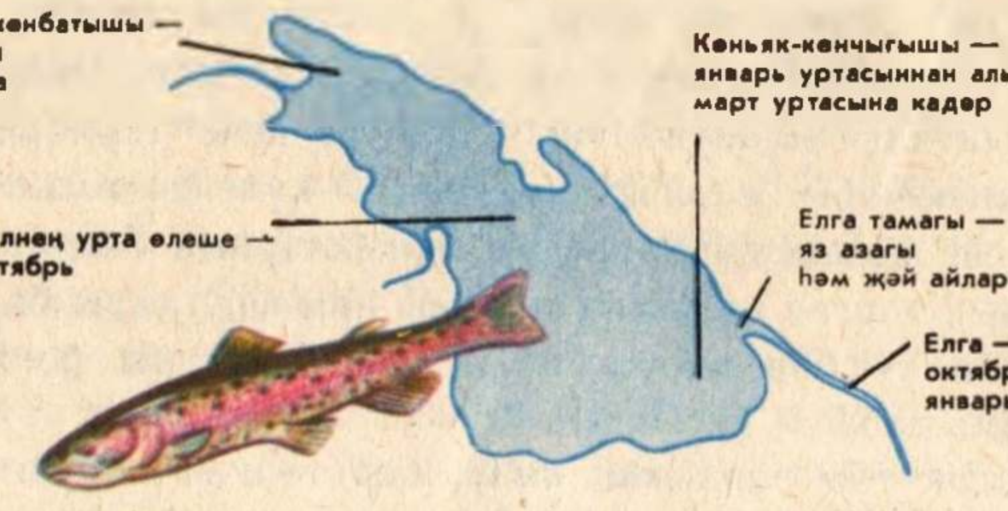
Зур песнәк төре изоляциянең төрле стадиясендәге популяцияләрнең һәм кече төрләрнең катлаулы комплексын тәшкил итә. Зур песнәкнең өч кече төре: Евразия, Көньяк Азия һәм Көнчыгыш Азия кече төрләре Үзәк Азия таулыклары тирәли боҗра — ареал боҗрасы тәшкил итәләр. Кече төрләр чикләре яхшы беленеп торган ареалларны биләп торалар, ләкин Көньяк Азия песнәкләре үзләре аралаша торган зоналардагы башка

ике кече төр затлары белән кушыла алалар. Көнчыгыш Азия һәм Евразия кече төрләре, Амурның югары өлешендәге үзәннәрдә бергәләп тереклек итсәләр дә, җенси кушылмыйлар. Песнәкләр ареалының аерымлануы һәм аларның кече төрләре барлыкка килү бозлык чоры белән бәйле. Байкал күлендә төкле яссы суалчаннарның, кысласыманнар һәм балыкларның башка бер җирдә дә очрамый торган күп кенә төрләре һәм ыруглары бар, чөнки бу күл башка су бассейннарыннан тау сыртлары белән 20 млн. еллар чамасы элек үк аерылган.

Экологик төр барлыкка килү, бер төрнең популяцияләре үз ареаллары чикләрендә калган хәлдә, тереклек итү шартлары төрле булган очракларда күзәтелә. Эволюциянең этәргеч көчләре тәэсирендә аларның геннар составы үзгәрә. Бик күп буыннардан соң үзгәрешләр шулкадәр зур булырга, хәтта бер төрнең төрле популяцияләрдәге затлары үзара җенси кушыла алмаска мөмкин, бу очракта биологик изоляция барлыкка килә, ул исә, кагыйдә буларак, төрле төрләргә хас нәрсә. Мәсәлән, традесканциянең бер төре — кояшлы кыялар өстендә, ә икенчесе күләгәле урманнарда формалашкан. Иделнең түбәнге агымы үзәннәрендә



10. Үсемлекләр һәм хайваннар дөньясында төрләрнең күптөрлелеге.



11. Севан күлендә форельнең 5 формасының уылдык чәчү урыны һәм вакыты.

арышбаш, кындырак, тычкан тарысының төрләре барлыкка килгән, алар елга ташыганчы һәм ташу беткәч орлык бирәләр. Шул сәбәпле, бу төрләр су басмый торган урыннарда үскән һәм күбрәк су баскан вакытта серкәләнә торган башлангыч төрләрдән аерымланганнар.

Ничә тапкыр һәм кайчан чабылуына карап, ярымпаразит зур шөлдерут үсемлегенең (сыраҗчалар семьялыгына керә) яңа кече төрләре барлыкка килгән. Башта җәйге зур шөлдерутның кече төре барлыкка килгән, аннары ул тагын ике кече төргә аерылган — иртә өлгерә торган язгы зур шөлдерут һәм соңрак өлгерә торган көзге зур шөлдерут. Кешенең хуҗалык эшчәнлегенә бәйле табигый сайланыш ярдәмендә чәчәк ату вакытлары буенча изоляцияләнгән кече төрләр барлыкка килгән. Кайбер галимнәр аларны төрләргә кертә.

Нәрсә белән туклануларына карап, песнәкләрнең биш төре барлыкка килгән: зур песнәк бакча һәм паркларда эре бөҗәкләр белән туклана; зәңгәр песнәк (лазоревка) агач кабыгындагы ярыклардан, бөреләрдән вак бөҗәкләрне чүпли; бүрекле песнәк ылыслы агач орлыкларын яратып ашый; соры песнәк (гаичка) һәм кара песнәк (московка) күбрәк төрле типтагы урманнарның бөҗәкләре белән тукланалар 10.

Севан фореленең (ала балык) популяцияләре уылдыкларын кайсы вакытта, нинди урынга һәм нинди тирәнлеккә (күл, елга) чәчүләре белән аерылып тора 11.

Төрләрнең барлыкка килүе һаман да дәвам итә. Хәзерге вакытта кара төстәге миләш чыпчыклары тышкы яктан әлегә бер-берсеннән аерылып тормаган ике төркемгә бүленә. Аларның берсе кара урманда тереклек итә, ә икенчесе кеше яши торган җиргә ияләшә. Моны ике кече төр барлыкка килүнең башлан-

гычы дип санарга мөмкин. Популяцияләр һәм кече төрләрне кайчагында аерып та булмый. Микроэволюциянең төрле этапларында бер юл икенчесен алыштыра яисә алар бергәләп тәэсир итәләр. Географик изоляция тора-бара экологик изоляция тәэсире белән кушылырга мөмкин, шуңа күрә төр барлыкка килүгә алып бара торган юлларның чикләрен билгеләү кыен була.

Яңа төр барлыкка килү белән микроэволюция тәмамлана.

Эволюциянең нәтиҗәләре. Эволюция тыгыз бәйләнештә торган бик әһәмиятле өч нәтиҗәне:

1) тере затларның төзелеше әкренләп үсә һәм катлаулана баруын;

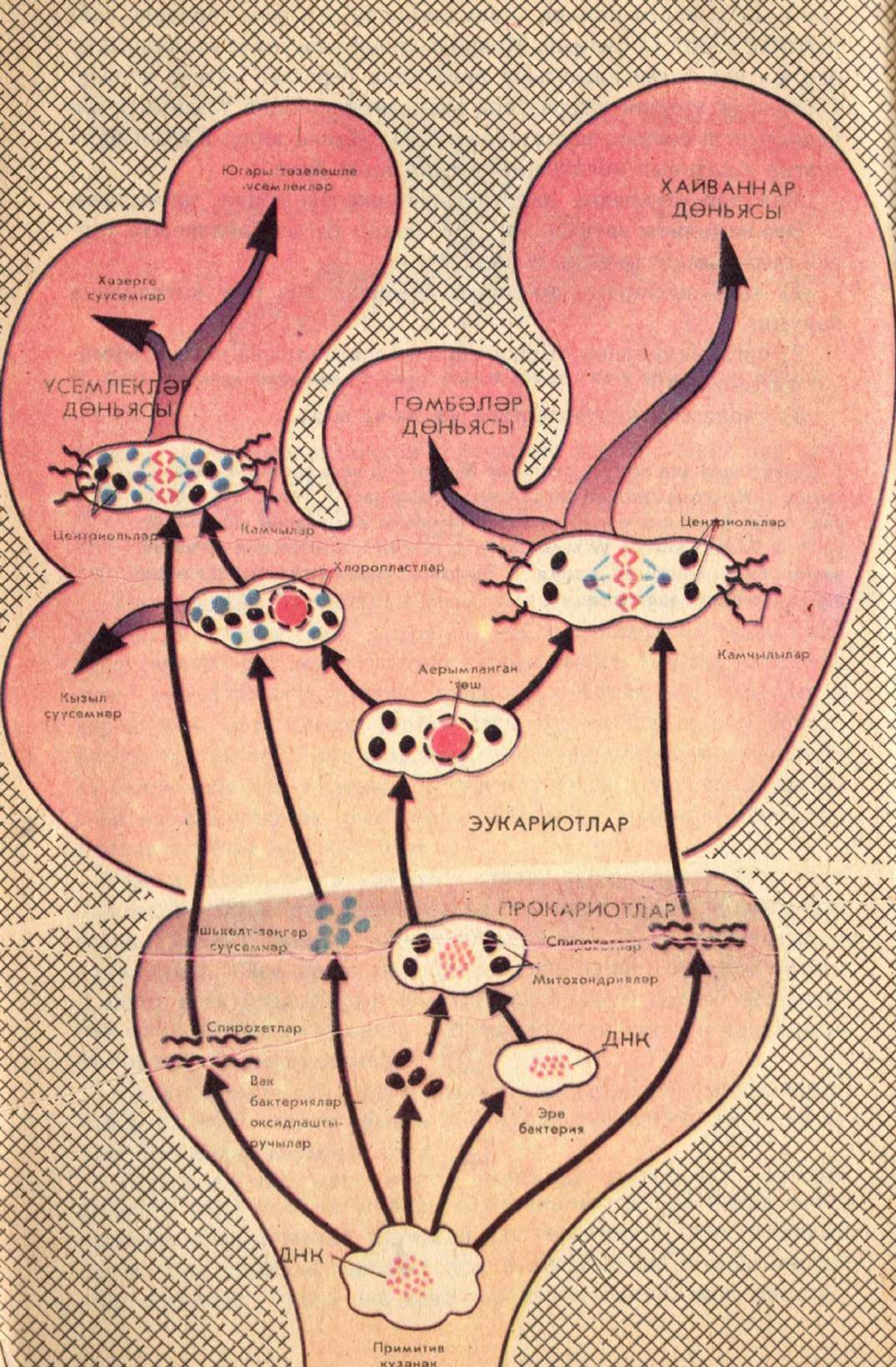
2) организмнарның тышкы тирәлек шартларына чагыштырмача җайлашуын;

3) төрләрнең күптөрлелеген үз эченә ала.

!

1. Дивергенция дип нәрсәне атыйлар? Җавап биргәндә рәсемнән файдаланыгыз. 2. Микроэволюциягә нинди үзенчәлекләр хас? 3. Төрле юллар белән яңа төрләр барлыкка килүгә мисаллар китерегез һәм аларны аңлатып бирегез. 4. Табигатьтә бер үк вакытта түбән һәм югары төзелешле организмнарның булуын ничек аңлатырга? 5. Эволюция нинди нәтиҗәләргә китерә? Мисаллар белән аңлатыгыз.

▲


Югары төзелешле үсемлекләр
Хәзерге суүсемнәр
ҮСЕМЛЕКЛӘР ДӨНЬЯСЫ
ХАЙВАННАР ДӨНЬЯСЫ
ГӨМБӘЛӘР ДӨНЬЯСЫ
Центриольләр
Камчылар
Хлоропластлар
Центриольләр
Камчылылар
Кызыл суүсемнәр
Аерымланган төш
ЭУКАРИОТЛАР
ПРОКАРИОТЛАР
шькелт-зәңгәр суүсемнәр
Спирохетлар
Митохондрияләр
Спирохетлар
ДНК
Вак бактерияләр оксидлаштыручылар
Эре бактерия
ДНК
Примитив күзәнәк

II бүлек

Органик дөньяның үсеше

10. Макроэволюция, аның дәлилләре

Макроэволюция. Төрләрдән яңа ыруглар, ыруглардан яңа семьялыклар һ. б. барлыкка килү процессын *макроэволюция* дип атыйлар. Ул гасырлар буена бара, шуңа күрә аны турыдан-туры өйрәнү мөмкин түгел.

Макроэволюция — төр һәм аның популяцияләре эчендә бара торган микроэволюциядән аермалы буларак,— төрдән өстен эволюция. Ләкин бу процесслар арасында принципиаль аерымлыклар юк, чөнки макроэволюцион процессларның нигезендә микроэволюцион процесслар ята. Макроэволюциядә дә шул ук процесслар — яшәү өчен көрәш, табигый сайланыш һәм алар белән бәйле үлеп бетү процесслары бара. Макроэволюция, микроэволюция кебек үк, дивергент характерда була.

Эмбриологик дәлилләр. Сез инде VII—VIII классларның биология курсыннан умырткалы хайваннар төзелешенең уртак планы турында беләсез, бу исә аларның килеп чыгу бердәйлеге хакында сөйли. Организмнар арасындагы ырудашлык дәрәҗәсе турында ышандырырлык дәлилләрне организмнарның яралгы үсешен өйрәнә торган фән — эмбриология бирә. Ч. Дарвин ук инде организмнарның индивидуаль үсеше *(онтогенез)* белән аларның эволюцион үсеше *(филогенез)* арасында үзара бәйләнеш барлыгын билгеләп үткән иде. Бу бәйләнешләр аңардан соңгы тикшеренүчеләр тарафыннан җентекле өйрәнелде.

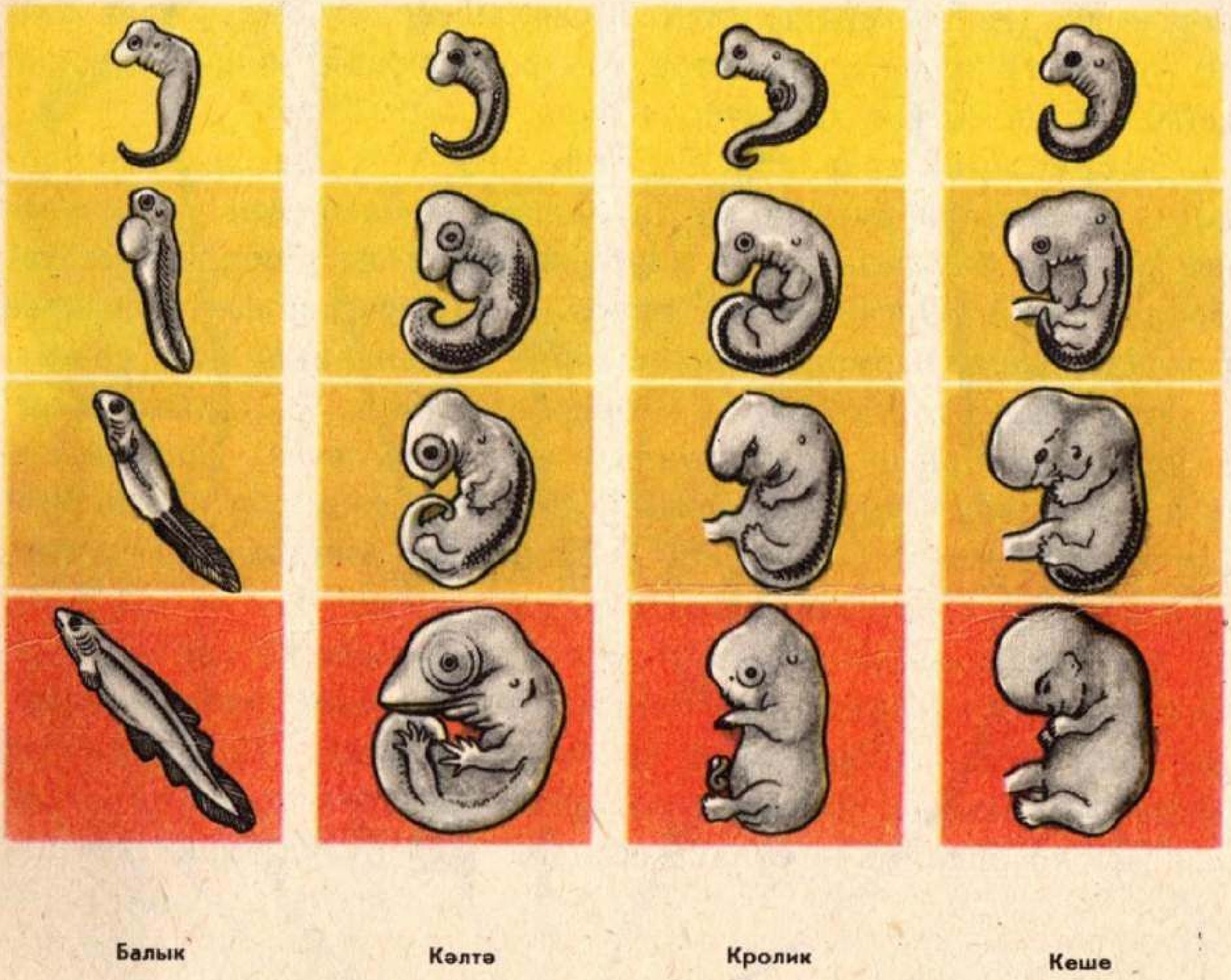
Яралгыларның охшашлыгы. Организмнарның иң зур күпчелеге аталанган күкәйдән үсә. Балык, кәлтә, кролик, кеше яралгыларының үсеш стадияләрен тикшереп карыйк. Яралгыларның гәүдә формасында, койрык, башлангыч хәлдәге очлыклар, йоткылыкның ян якларында саңак кесәләре булуда искиткеч ох-

Органик дөньяның эволюцион үсеше.

шашлык күренә. Бу стадияләрдә яралгыларның эчке төзелешләрендә охшашлык зур. Башта барысында да — хорда, ә аннары — кимерчәк умырткалардан торган умырткалык, бер кан әйләнеше булган кан йөреше системасы (балыклардагы кебек, зоология курсын исегезгә төшерегез), бертөрле төзелешле бөерләр һ. б. була.

Яралгылар үскән саен алар арасындагы охшашлык кими бара һәм алар кайсы классларга керсә, шуларның билгеләре ачыграк күренә башлый. Кәлтәдә, кроликта һәм кешедә саңак кесәләре тоташып үсәләр; кеше яралгысында баш бүлеге һәм анда урнашкан баш мие аеруча көчле үсә, биш бармаклы очлыклар формалаша, ә балык яралгысында йөзгечләр һ. б. формалаша. Эмбриональ үсеш барышында яралгыларның охшаш билгеләре акрынлап аерыла, аларның кайсы класска, отрядка, ыругка һәм, ниһаять, төргә керүләрен характерлый торган үзенчәлекләре ачыграк күренә.

Әйтеп үтелгән фактлар барлык хордалы хайваннарның бер



12. Умырткалы хайваннар яралгысының төрле стадиядәге үсешен чагыштыру.

кәүсәдән килеп чыгуы турында сөйли, ул кәүсә эволюция барышында бик күп ботакларга тармакланган.

Биогенетик закон. Югарыда китерелгән, шулай ук күпләгән башка факторларга нигезләнеп, XIX гасырның икенче яртысында, немец галимнәре Ф. Мюллер һәм Э. Геккель онтогенезның үзара бәйләнеш законын ачканнар, ул биогенетик закон дип аталган. Бу закон нигезендә һәр зат индивидуаль үсешендә (онтогенезда) үзе кергән төрнең тарихи үсешен (филогенезны) кабатлый, яисә кыскарак итеп әйткәндә, онтогенез — филогенезның кыскача кабатланышы ул.

Берничә мисал китерик. Умырткалы хайваннарның барысында да онтогенезда хорда барлыкка килә, бу — аларның бик борынгы бабаларына хас билге. Койрыксыз җир-су хайваннарының (бакалар, гөберле бакалар) чукмарбашларында койрык үсә. Бу — аларның койрыклы борынгы бабалары билгеләренең кабатлануы. Күп кенә бөҗәкләрнең личинкалары суалчансыман формада булалар (күбәләк гусеницасы, чебен личинкалары һ. б.). Бу күренештә аларның суалчансыман борынгы бабалары төзелешенең кабатлануын күрергә кирәк.

Биогенетик закон үсемлекләргә дә кагыла. Мүк спорасыннан башта җепсыман сүүсемгә охшаган тармакланучан җеп үсеп чыга. Бу исә коры җир үсемлекләре белән суүсемнәр арасында ырудашлык бәйләнешләре барлыгы турында сөйли.

Онтогенез белән филогенез арасындагы тирән бәйләнешне чагылдыручы биогенетик законның организмнар арасындагы ырудашлык бәйләнешләрен ачыклауда әһәмияте зур булды.

Палеонтологик дәлилләр. Палеонтология үлеп беткән организмнарның казылма калдыкларын өйрәнә һәм аларның хәзерге организмнар белән охшашлыгын һәм аерымлыгын ачыклый.

Палеонтологлар, казылма калдыклар буенча, үлеп беткән организмнарның тышкы күренешен һәм төзелешен җыялар, узган заманның үсемлекләр һәм хайваннар дөньясы турында беләләр.

Төрле геологик эпохаларның җир катламнарындагы казылма калдыкларны чагыштырып карау билгеле бер дәвер эчендә органик дөньяның үзгәрүен ышандырырлык итеп күрсәтә. Иң борынгы катламнарда — умырткасызлар тибына кергән, ә соңгырак катламнарда хордалылар тибыннан булган организмнарның калдыклары очрый. Җирдә умырткалылар соңрак барлыкка килгән.

13. Ерткыч тешле кәлтә иностранцевия.

Яшьрәк геологик катламнарда хәзер яши торган төрләргә охшаган хайван һәм үсемлек калдыклары табыла.

Палеонтология мәгълүматлары төрле систематик төркемнәр арасындагы күчү бәйләнешләре турында бик бай материал бирә. Кайбер очракларда — күчү формалары, ә икенчеләрендә филогенетик рәтләр, ягъни эзлекле рәвештә берсен икенчесе алыштыра торган төрләр рәте барлыгы беленде.

Күчмә формаларның казылма табылдыклары. Төньяк Двина яр буйларында ерткыч тешле рептилияләр төркеме табылган [13].

14. Археоптерикс һәм аның ташта калган эзе (сулда).

15. Атның эволюциясе.

Аларда бер үк вакытта сөйрәлүчеләрнең дә, имезүчеләрнең дә билгеләре булган. Андый организмнарны күчмә формаларга кертәләр. Ерткыч тешле рептилияләрнең баш сөяге, умырткалык һәм очлыклар төзелешендә, шулай ук тешләренең казык, кискеч һәм урт тешләргә бүленешендә имезүчеләр белән охшашлыгы бар.

Эволюцион караштан чыгып фикерләгәндә, археоптерикснның табылдыгы [14] зур кызыксыну тудыра. Бу күгәрчен зурлыгындагы хайванда, кош билгеләре белән беррәттән, сөйрәлүчеләргә хас билгеләр дә сакланган. Кошларга хас билгеләре: арткы очлыкларының шүре сөяк белән охшашлыгы, каурыйлары булу һәм гомуми күренеше. Сөйрәлүчеләргә хас билгеләре: тезелеп киткән койрык умырткалары, корсак кабыргалары һәм тешләре булу. Археоптерикс яхшы оча алмаган, чөнки аның кильсез күкрәк сөяге, канат һәм күкрәк мускуллары зәгыйфь үскән булган. Умырткалыгы һәм кабыргалары, хәзерге кошлардагы кебек, очканда тотрыклылык бирә торган каты сөяк системасын тәшкил итмәгән.

Филогенетик рәтләр. Палеонтологлар кайбер тояклыларның, ерткычларның, моллюсклар һәм башкаларның филогенетик рәтләрен төзүгә ирешкәннәр. Атның эволюциясе [15] моңа мисал була ала. Атның иң борынгы башлангыч формасы төлкедән зур булмаган, аның алгы очлыкларында дүрт, арткы очлыкларында өч бармак үскән һәм үлән ашауга яраклашкан сырлы тешләре булган. Ул җылы һәм дымлы климатлы җирләрдә, үлән һәм куак арасында яшәгән, сикереп хәрәкәтләнгән.

Неоген азагына үсемлекләр корылана һәм тупаслана төшкән; ачык далада бу хайваннар үзләренең дошманнарыннан бик тиз йөгереп кенә качып котылганнар, аларның башка саклану чаралары булмаган.

Яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш тиз йөгерергә мөмкинлек тудыра торган үзгәрешләр юнәлешендә: җиргә тиеп торган бармаклар саны кимеп, таяну өслеге кечерәеп калган аякларның озынаюы, умыртка баганасының ныгуы юнәлешендә барган. Азыкның сыйфаты үзгәрү сырлы тешләр барлыкка килүгә йогынты ясамый калмаган. Нәтиҗәдә андый хайваннарның организмы тулысынча үзгәреп беткән.

Тулы булмавына карамастан, чагыштырма анатомия һәм эмбриология мәгълүматлары белән баетылып торган палеонтологик елъязма Җирдә тереклек үсешенең гомуми күренешен бик ачык итеп күз алдына китереп бастырырга мөмкинлек бирә. Бик борынгы җир катламнарыннан хәзерге катламнарга күчкән саен, хайваннар һәм үсемлекләр төзелешенең катлаулана баруы, фауна һәм флораларның әкренләп хәзерге фауна һәм флорага якынаюы күзәтелә.

1. 12 нче рәсемнән файдаланып, сорауга җавап бирегез: умырткалы хайваннарның яралгыларындагы охшашлык һәм аерымлык нәрсәдә чагыла? 2. Палеонтология эволюциянең нинди дәлилләрен бирә? 3. Хәзерге һәм казып табылган күчмә формаларга мисаллар китерегез. 4. Казылма формаларның органик дөньяны өйрәнү өчен нинди әһәмияте бар? 5. Филогенетик рәтләрне тикшерүләрнең фән өчен нинди әһәмияте бар? 6. Мондый фактларны ничек аңлатырга: еланбалык елгаларда тереклек итә, ә уылдык чәчү өчен диңгезгә чыга; сөләйман балык диңгездә тереклек итсә дә, уылдыгын елгаларда чәчә?

11. Үсемлекләр һәм хайваннар системасы — эволюция чагылышы

Систематика мәгълүматларын эволюцияне дәлилләү өчен файдаланалар, чөнки алар таксоннар арасындагы ырудашлыкны ачыклыйлар.

Җирдәге тереклек эволюциясе микро- һәм макроэволюцион процессларның бердәмлеге белән тормышка ашырыла. Эволюциядә аерым төрләрнең роле тарихи рәвештә, алардан башлангыч алган иң югары систематик төркемнәр барлыкка килүдә ачыклана.

Систематик төркемнәр. Хәзерге вакытта организмнарны төркемнәргә бүлгәндә түбәндәге төп систематик категорияләрдән файдаланалар: тип (үсемлекләр өчен — бүлек), класс, отряд

(үсемлекләр өчен — тәртип), семьялык, ыруг, төр. Киң систематик төркемнәр өчен арадаш категорияләр өстиләр, болар — кече типлар (подтипы), кече класслар (подклассы) һ. б. Систематик категорияләрнең күплеге төрләрнең гадәттән тыш күп булуыннан, галимнәрнең үсемлек һәм хайваннар дөньясы системасын организмнарның төркемнәре арасындагы ырудашлык бәйләнешләрен чагылдырырлык итеп бирергә омтылуыннан килеп чыга.

Систематик төркемнәр эволюциясенең схемасы 9 төрләрдән иң югары систематик төркемнәр барлыкка килүен ачык күрсәтә. Схема борынгы бабалары уртак булган төрләрнең акрынлап аерыла баруын һәм алар арасындагы үзара ырудашлыкны чагылдыра.

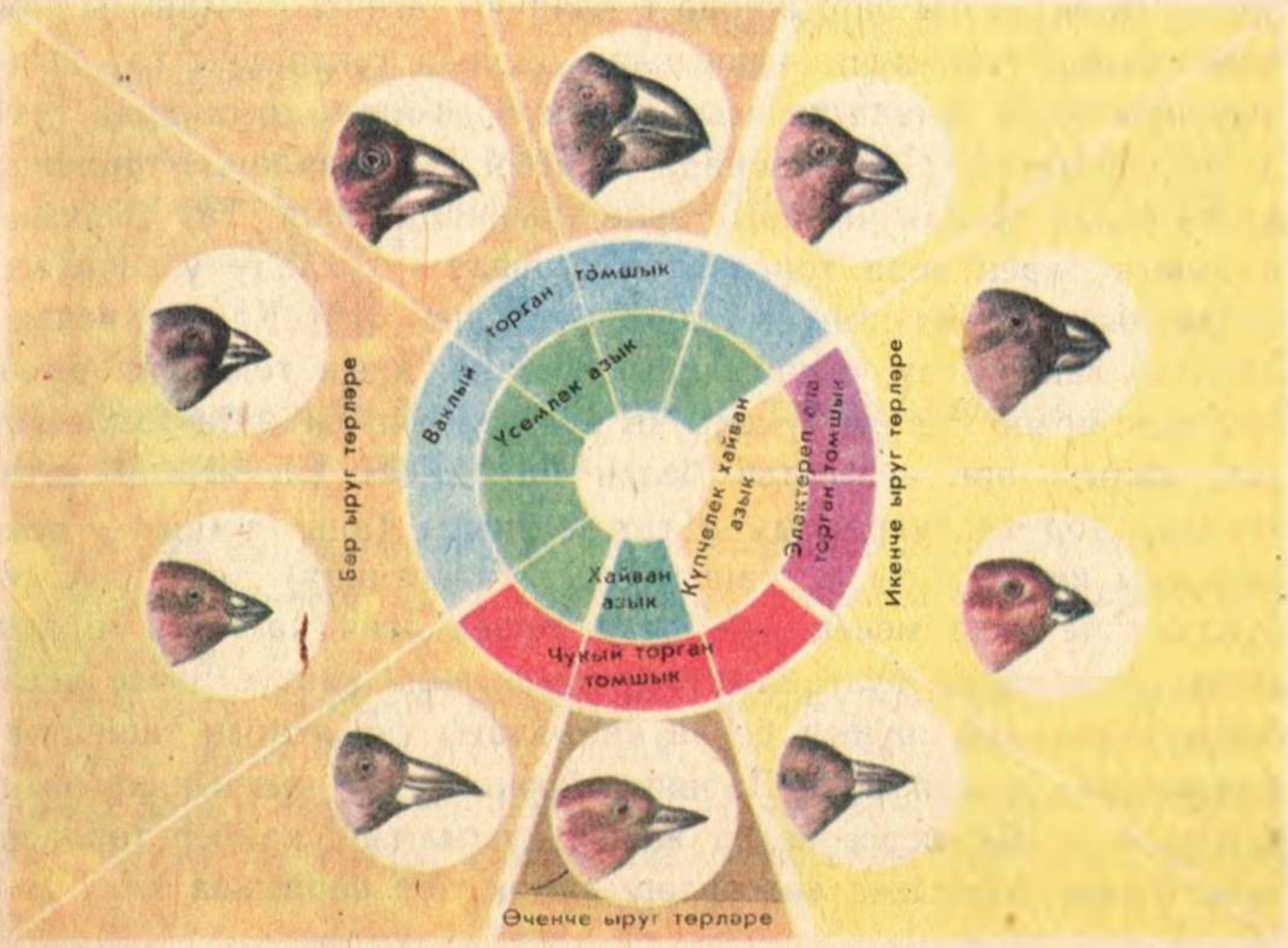
Һәр иң югары систематик төркем, ыругдан башлап, дәрәҗәсе буенча түбәнрәк һәм уртак борынгы бабалары (ыруг башлангычлары) булган төркемнәрне берләштерә. Ыруг бер уртак борынгы бабадан килеп чыккан һәм яшәү өчен көрәш, табигый сайланыш нәтиҗәсендә төрле географик һәм экологик шартларда яшәргә, уңышлы үрчергә сәләтле төрләрне берләштерә.

Якын төрләрнең нинди билгеләр (критерийлар) нигезендә ыругларга берләшүе Дарвин өйрәнгән тау чыпчыклары мисалында (12 бит) ачык күренә. Галапагос утрауларында тау чыпчыкларының өч ыругы бар: җирдә тукланучы, агачта тукланучы һәм чебен белән тукланучы чыпчыклар. Җирдә тукланучы тау чыпчыклары коры зонада оя ясый һәм күбрәк ачык урыннарда туклана; агачтагылар коры зонада оя ясый һәм агачларда туклана; чебен белән тукланучылары төрле урыннарда яши. Тау чыпчыкларының төрен аера торган төп сыйфат — туклану үзенчәлеге белән тыгыз бәйләнгән томшык төзелеше 16. Кактус чәчәкләрендә кактус тау чыпчыклары туклана, аның томшыгы озын һәм теле ярык. Җирдә тукланучы зур тау чыпчыгының томшыгы зур, калын, эре орлыклар белән бик әйбәт эш итә. Агачта туклана торган тукрансыман тау чыпчыгы (аны томшыгы тукраннныкы кебек туры булганга шулай атаганнар) агач кәүсәсе буйлап әле өскә менеп, әле аска төшеп агач кабыгын чукып тишә. Теле кыска булганлыктан, томшыгына кактус инәсе яисә ботак кыстырып, шуның белән кабыктагы үзе ясаган тишектән бөҗәкләрне казып ала. Дарвин өйрәнгән тау чыпчыкларының бер төре дә бер-берсе белән җенси кушылмый; кайбер төрләре кече төрләр барлыкка китерәләр, димәк, төр барлыкка килү дә-

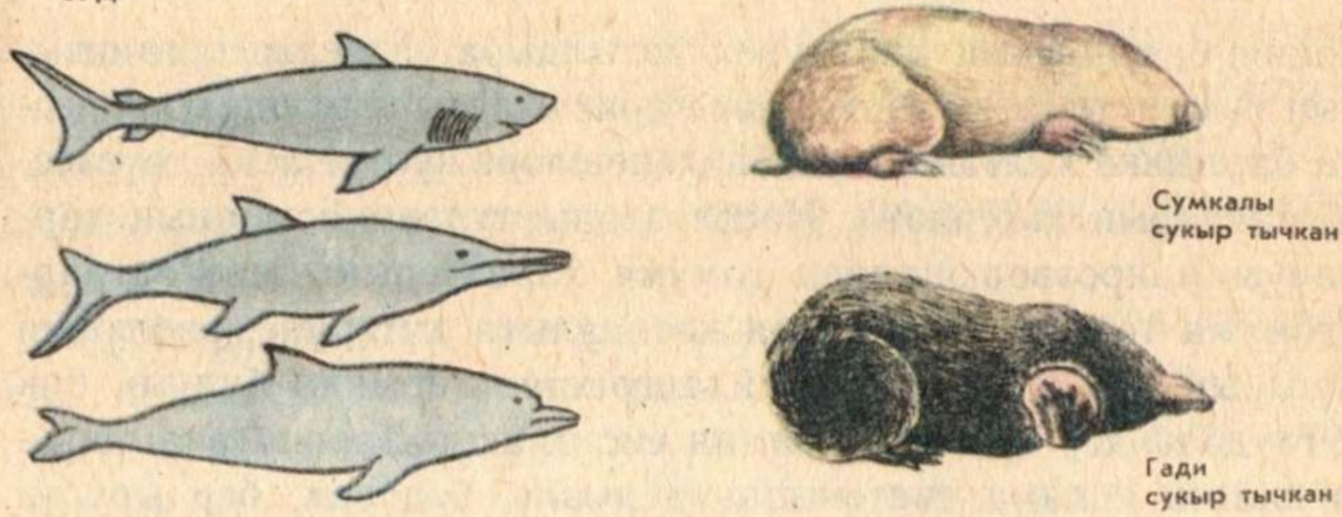
вам итә. Тау чыпчыкларының барлык төрләре дә бер башлангыч төрдән килеп чыкканнар.

Әгәр тереклек итү шартлары һәм табигый сайланышның тәэсир итү юнәлеше охшаш булса, төрле систематик төркемнәргә кергән хайваннар макроэволюция процессында кайвакыт яшәү тирәлегенә бер төрле җайлашалар. Бу процесс *билгеләрнең охшавы (конвергенция)* дип атала. Мәсәлән, сукыр тычкан белән аю чикерткә төрле типларга керсәләр дә, аларның казучы алгы очлыклары бик охшашлар. Китсыманнар һәм балыклар гәүдә формалары белән бер-берсен нык хәтерләтә. Төрле классларга кергән йөзүче хайваннарның очлыклары да үзара охшаган. Физиологик үзлекләр дә охшаш булырга мөмкин. Ишкәгаяклыларда һәм китсыманнарда май туплану — су тирәлеге шартларында табигый сайланыш нәтиҗәсе.

Ерак систематик төркем (типлар, класслар) эчендәге билгеләр охшашлыгы табигый сайланыш барышына тереклек итүнең охшаш шартлары тәэсир итүе белән генә аңлатыла 17. Чагыш-



16. Тау чыпчыклары.



17. Конвергенция.

тырмача якын ырудашлыкта торган хайваннар конвергенциясенә аларның чыгышындагы бердәмлек тә тәэсир итә, бу бердәмлек охшаш нәселдәнлек үзгәрешләренең килеп чыгуын җиңеләйткәндәй була. Нәкъ менә шуңа күрә дә конвергенция бер үк класс эчендә ешрак күзәтелә.

Хәзерге заман классификациясенең принциплары. Ясалма система ирекле рәвештә алынган кайбер билгеләргә нигезләнеп төзелгән булган (Линнейның үсемлекләр классификациясен исегезгә төшерегез). Дарвинга кадәр табигый система төзергә тырышулар уңышлы була алмаган, чөнки ул вакытта натуралистлар бу системада төрләрнең ырудашлыгын түгел, бәлки табигатьтә алла тарафыннан урнаштырылган тәртипнең чагылышын эзләгәннәр.

Хәзерге вакытта организмнарны классификацияләгәндә, төрләрнең бүгенге көндә яши торганнары белән дә, үлеп беткәннәре белән дә ырудашлык билгеләрен исәпкә алалар. Җайлашу характерындагы билгеләр бик охшаш булырга мөмкин, ләкин бу әле аларның килеп чыгышлары гомуми дигән сүз түгел, чөнки андый билгеләрнең тереклек итүдәге охшаш шартлар нәтиҗәсе булуы ихтимал. Мәсәлән, дельфин белән акула, тышкы күренешләре белән бер-берсенә охшасалар да, килеп чыгышлары ягыннан ерак торалар.

Хайванның яисә үсемлекнең системадагы урынын билгеләгәндә, аның яшәү чорының төрле вакытындагы барлык билгеләрен исәпкә алалар.

Хәзерге заман системасында төрләрне төркемнәргә чыгышлары ягыннан булган бәйләнешләре нигезендә бүләләр, бу исә

эволюция барышының нәкъ үзен чагылдыра. Хәзерге организмнарның төп систематик төркемнәре арасындагы эволюция процессында барлыкка килгән үзара бәйләнешләре куәтле агач кәүсәсенең ботакларын хәтерләтә. Нәсел агачы тулаем һәм аның тармаклануы макроэволюциянең гомуми характерын: тере затларның гомуми төзелешен гадидән катлаулыга күтәрүне, эволюция барышының дивергент һәм җайлашу характерында булуын бик ачык гәүдәләндерә. Хәзерге заман системасы, Дарвингача чорда яшәп килгән ясалма системадан аермалы буларак, бер ыругка берләштерелә торган төрләрнең, бер семьялыкка берләштерелә торган ыругларның һәм башкаларның азмы-күпме ырудашлык дәрәҗәсен күрсәтә. Шулай булса да, ул әле камилләшмәгән, чөнки кайбер төркемнәрнең килеп чыгуы әлегә ачыкланмаган.

Хәзерге заман систематикасында төрләрнең хромосомалары аппаратындагы охшашлык яисә аерымлык турындагы мәгълүматларны киң файдаланалар, бу исә еш кына систематик төркемнәр арасындагы ырудашлык мөнәсәбәтләрен ачыкларга ярдәм итә (17 бит).

1. 9 нчы рәсем буенча төрләрдән, ыруглардан иң югары систематик төркемнәрнең ничек барлыкка килүен тикшерегез. Ырудашлык мөнәсәбәтләрендә якынрак һәм ераграк төрләрне, ыругларны билгеләгез. 2. Билгеләр охшашлыгына мисаллар китерегез һәм аның килеп чыгу сәбәпләрен аңлатыгыз.

12. Органик дөнья эволюциясенең төп юнәлешләре

Тере табигатьнең үсеше түбән төзелешле формалардан югары төзелешле формаларга, гадидән катлаулыга таба барган һәм прогрессив характерда булган. Шуның белән бергә төрләр тереклек итүнең конкрет шартларына җайлаша барганнар, аларның специальләшүе гамәлгә ашырылган. Мәсәлән, тукранның бөтен төзелеше һәм үз-үзен тотышы бөҗәкләрне агач кабыгы астыннан табып алуга булышлык итә. Ташбакалар, еланнар, сукыр тычканнарның да үзенчәлекле тереклек шартларына бик күп төрле җайланмалары бар.

Органик дөньяның тарихи үсешен аңлау өчен эволюциянең төп юнәлешләрен һәм юлларын билгеләүнең әһәмияте бик зур. Эволюция юнәлешләре проблемасын эшләүгә күренекле совет галимнәре А. Н. Северцов, И. И. Шмальгаузен шактый зур өлеш

керттеләр. Алар эволюциянең төп юнәлешләрен ароморфозлар, идиоадаптацияләр һәм дегенерацияләр тәшкил итүен ачтылар.

Ароморфоз *шундый эволюцион үзгәрешләр булып тора ки, бу үзгәрешләр төзелеш дәрәҗәсенең гомуми үсешенә, тереклек эшчәнлегенең интенсивлыгын арттыруга китерә, ләкин тереклек итүнең кискен чикләнгән шартларына тар җайлашуларга кайтып калмый.*

Ароморфоз яшәү өчен көрәштә шактый зур өстенлекләр бирә һәм яшәүнең яңа тирәлегенә күчәргә мөмкинлек тудыра, популяциядә исән калуны арттыруга һәм үлемне киметүгә булышлык итә. Затлар күбрәк туса һәм азрак үлсә, популяциядә аларның саны арта, ареалы киңәя, яңа популяцияләр барлыкка килә, яңа төрләр формалашу тизләшә, ягъни биологик прогресс бара. Мәсәлән, борынгы җир-су хайваннарының, балыклар белән чагыштырганда, төзелешләре катлауلануы җир-су хайваннарының биологик прогресс юлына басуына булышлык иткән.

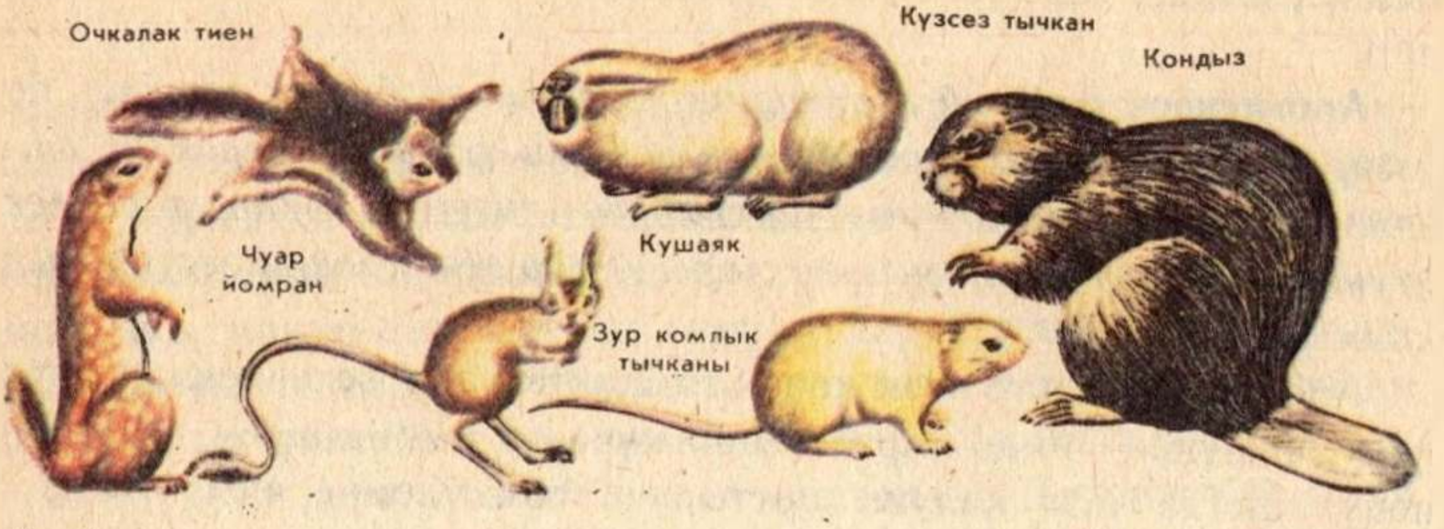
Идиоадаптация. *Идиоадаптация — организмнарның билгеле бер яшәү тирәлеге шартларына җайлашуына булышлык итә торган вак эволюцион үзгәрешләр (аерым, хосусый җайлашулар).* Ароморфозларга капма-каршы буларак, идиоадаптация төзелешнең төп сыйфатларын, шулай ук гомуми төзелеш дәрәҗәсен һәм организмнарның тереклек эшчәнлеге интенсивлыгын үзгәртмиләр. Мәсәлән, корылыклы һәм эссе чорларда кайбер җир-су хайваннарында нәселдәнлек үзгәрешләре нигезендә яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш процессында билгеле бер һәм чикләнгән тереклек итү урыннарына — сазлыкларга һәм батлыкларга — хосусый җайлашулар барлыкка килгән.

Бу вакытта җир-су хайваннарының төзелешендә бернинди алга китеш тә булмаган. Хәзерге амфибияләр — бакалар, тритоннар — сай сулыкларда һәм коры җирнең бик дымлы урыннарында яшәү шартларына яхшы җайлашканнар.

Су төбендә яшәүче балыкларның — камбаласыманнарның, скатларның җайлашулары (гәүдәнең яссылануы, су төбе төсенә керү) идиоадаптациянең типик мисаллары булып тора.

Саклагыч төс хайваннарның билгеле бер тереклек шартларына җайлашуына (ул төзелешнең катлауلануына бәйле түгел) ачык мисал була ала.

Үсемлекләрдә чәчәкнең җил һәм бөҗәкләр ярдәмендә читтән серкәләнүе, җимеш һәм орлыкларның таралуга, яфракларның су-



18. Идиоадаптация мисаллары.

ны парга азрак әйләндерүгә җайлашуы идиоадаптациягә мисал була.

Вак систематик төркемнәр — төрләр, ыруглар, семьялыклар — гадәттә эволюция процессында идиоадаптация юлы белән барлыкка киләләр [18]. Идиоадаптация дә төр эчендә затлар саны артуга, ареалы киңәюгә, төр барлыкка килүне тизләтүгә, ягъни биологик прогресска китерә.

Гомуми дегенерация. *Дегенерация төзелеш дәрәҗәсенең гадиләшүенә китерә торган эволюцион үзгәрешләрдән гыйбарәт.* Гадәттә ул үзгәрешләр биологик әһәмиятләрен югалткан күп кенә органнарның юкка чыгуына сәбәп була.

Дегенерация еш кына берегеп яисә паразит булып яшәүгә күчү белән бәйле. Төзелешнең гадиләшүе тереклек итүнең специфик шартларына төрле җайлашулар барлыкка килү белән бергә бара. Кешедә паразит булып тереклек итә торган дуңгыз суалчанының, киң тасма суалчанның һәм башка суалчаннарның эчәклеге юк, нерв системасы зәгыйфь үскән, мөстәкыйль рәвештә хәрәкәт итү сәләте юк дәрәҗәсендә. Ләкин, төзелешләре гадиләнү белән беррәттән, аларда үз хуҗасының эчәк стенасында ябышып тора алырлык имгечләр һәм ыргакчыклар барлыкка килгән. Аларның үрчү органнары бик нык үскән була һәм алар искиткеч күп үрчиләр, бу исә төрне саклап калуны һәм аның санын арттыруны тәэмин итә.

Клеверда, колмакта һәм башка үсемлекләрдә паразит булып тереклек итүче кычыткан ефәгенең төп органы — яфрагы юк, ә тамыр урынына аның сабагында имгечләр барлыкка килгән, шул имгечләр белән ул хуҗасының — үсемлекнең туклыклы матдәләрен суыра. Димәк, гомуми дегенерация төрнең үсешенә дә

урын калдыра. Тасма суалчаннар һәм берегеп яшәүче хайваннар мисалында күргәнебезчә, паразитларның бик күп төркемнәре төзелешләре ягыннан шактый гадиләшсә дә, үсеш кичерә. Шулай булгач, дегенерациянең дә биологик прогресска китерүе мөмкин.

Шул рәвешчә, биологик прогресска өч төрле юл: ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация юлы белән ирешелә.

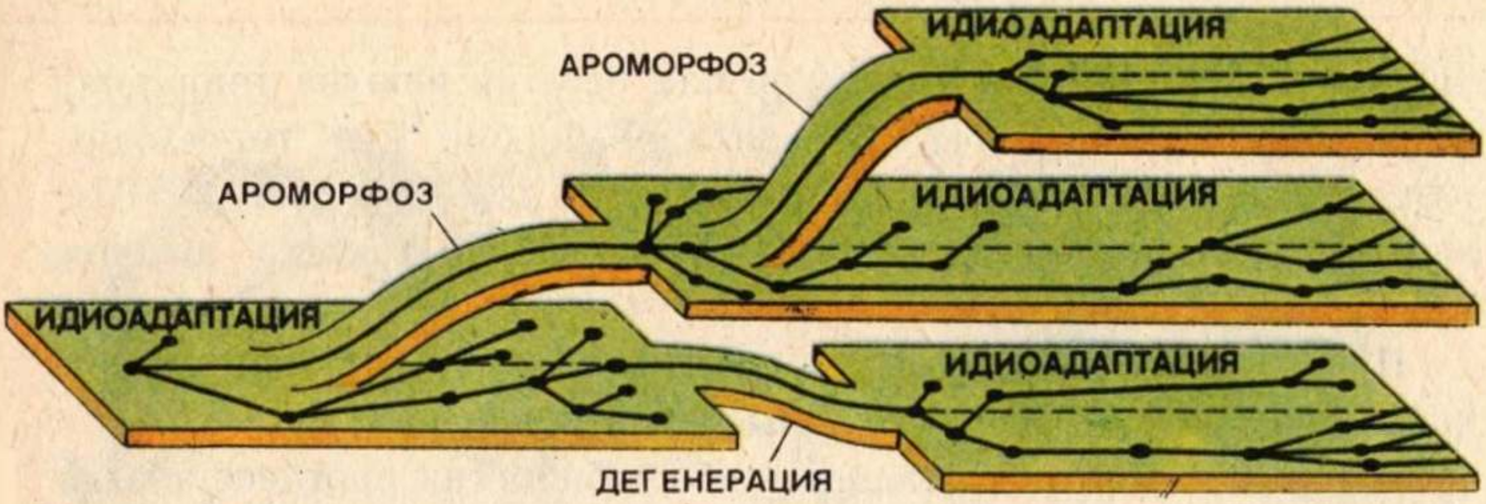
Хәзер яши торган төрләрнең күбесе биологик прогресс юлына баскан. Моннан йөз ел элек үк инде соры куянның таралу чикләре төньякта Ленинград — Казан тирәсендә, ә көнчыгышта Урал елгасына кадәр булган. Хәзерге вакытта Төньякта ул Урта Карелиягә кадәр һәм көнчыгышта Омскига кадәр таралган. Хәзер аның 20 гә якын кече төре билгеле. Нематодлар (йомры суалчаннар) безнең чорда барлык туфракта, диңгез һәм океаннарда, төче сулыкларда яшиләр. Аларның күбесе — үсемлек, хайван һәм кеше паразитлары.

Ләкин табигатьтә биологик регресс та күзәтелә. Ул биологик прогресска капма-каршы сыйфатлар: затларның саны киму; ареалның тараюы; төрләрнең, популяцияләрнең саны киму белән характерлана. Биологик регресс ахыр чиктә еш кына очракларда төрләрнең үлеп бетүенә китерә.

Иң борынгы җир-су хайваннарының күп санлы тармакларыннан җир-су хайваннарының һәм сөйрәлүчеләрнең хәзер яши торган классларын барлыкка китергән тармаклар гына калган. Борынгы абагасыманнар, шулай ук үсемлекләр һәм хайваннарның күп кенә башка төркемнәре юкка чыкканнар.

Кеше килеп чыкканнан соң, озак еллар дәвам иткән эволюция процессында тере затлар белән тышкы тирәлек арасында барлыкка килгән бәйләнешләр бозыла, биологик прогресс һәм биологик регрессның сәбәпләре еш кына Җир ландшафтына кеше кертә торган үзгәрешләр белән бәйле була башлый.

Кеше эшчәнлеге берише төрләрнең (еш кына хәлләрдә кешегә зарарлыларының) биологик прогрессы өчен һәм икенче төрләрнең (кешегә кирәкле һәм файдалыларының) биологик регрессы өчен куәтле фактор булып тора. Бөҗәкләрнең агулы химикатларга бирешмәүчән бик күп төрләренең барлыкка килүен, даруларга бирешмәүчән авыру кузгатучы микробларны, җыентык суларда яшькелт-зәңгәр суүсемнәрнең бик көчле үсүен исегезгә төшерегез. Боларның барысы да кеше эшчәнлегенең нәтиҗәсе. Чәчкән һәм утырткан вакытта ул терек табигать турында уйла-



19. Ароморфоз, идиоадаптация һәм дегенерация арасындагы бәйләнешләр схемасы (А. Н. Северцов буенча).

мый, зур массивларда гаять күптөрле кыргый популяцияләрне, аларны аз санлы ясалма популяцияләр белән алыштырып, юкка чыгара.

Кешенең күп кенә төрләрне кырып бетерүе дә биологик регресска китерә. Биологик регресс һәрвакыт төрнең бетү куркынычын тудыра. Менә шуңа күрә табигатьне саклау чараларын биологик регрессны тоткарлау максатында гына түгел, бәлки аны булдырмау максатында да үткәрергә кирәк. Хуҗалык эшчәнлегендә һәм медицинада кешегә биологик прогрессны һәм биологик регрессны исәпкә алу зарури.

Эволюциянең төрле юлларының үзара бәйләнеше. Зур систематик төркемнәрнең (мәсәлән, типларның һәм классларның) эволюция юллары бик катлаулы. Филогенез процессында эволюциянең бер юлы икенчесе белән алышынып торган.

Тере организмнарның төрле төркемнәре эволюциясендә ароморфоз, идиоадаптациягә караганда, шактый сирәк була, органик дөнья үсешендә ул яңа этапны билгели.

Яңа, төзелеш дәрәҗәсе тагын да камилләшкәнрәк төркемнәр ароморфоз юлы белән барлыкка киләләр һәм бу вакытта еш кына тереклек итүнең яңа тирәлегенә күчәләр (мәсәлән, хайваннарның коры җирдә яшәүгә җайлашуы). Аннары инде эволюция идиоадаптация, кайчагында дегенерация юллары белән дә дәвам итә 19.

Һәр ароморфоз идиоадаптация өчен яңа мөмкинлекләр ача, идиоадаптация исә организмнарның тирәлектә, аның төрле-төрле урыннарында урнашып, төзелеш дәрәҗәләре күтәрелмәгән хәлдә, киңрәк таралуларын тәэмин итә.

1. Эволюциянең төп юнәлешләрен әйтеп чыгыгыз. 2. Ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация нәрсәдән гыйбарәт? 3. Эволюциянең нинди юнәлешләре биологик прогресска һәм биологик регресска алып бара? 4. Биологик прогресс һәм биологик регресска мисаллар китерегез.

13. Җирдә тереклекнең үсеш тарихы

Җир тарихын һәм андагы тереклек тарихын галимнәр билгеле бер вакыт араларына — *эраларга* бүләләр, эраларны *чорларга* аералар. Җирдә тереклек үсешенең процессы геохронологик таблицада күрсәтелгән.

Биология фәненең төрле өлкәләрендәге тикшеренүләр нәтиҗәләре бер-берсен тулыландыралар. Алар бик борынгы эраларда һәм чорларда органик дөньяның нинди булганлыгын, хәзерге дәрәҗәгә җиткәнче, аның үсеше нинди юнәлешләрдә барганлыгын күзәтергә мөмкинлек бирәләр (форзацларны карагыз).

Фән тереклекнең моннан 3,5 миллиард еллар элек океанда барлыкка килүен ачыклады 20. Тереклек үсешенең барлык беренче этаплары су стихиясе шартларында барган. Организмнарның коры җиргә чыгуы якынча моннан 2—2,5 миллиард еллар элек булган. Моңа үсемлекләрдәге мөһим ароморфоз — органнар һәм тукымалар барлыкка килү булышлык иткән: бу ароморфоз үсемлекләр дөньясы эволюциясендә хәлиткеч роль уйнаган. (Геохронологик таблицадан үсемлекләрнең коры җиргә чыгу чорын һәм аларның исемнәрен табыгыз.)

Җирдә яшәү шартларында үсемлекләр дөньясының алга таба үсеше икенче зур ароморфоз — споралардан үрчүдән орлыктан үрчүгә күчү белән бәйле. (Таблицадан эра һәм чорны, шулай ук орлыктан үрчүгә күчкән үсемлекләрнең исемнәрен табыгыз.) Ачык орлыклы үсемлекләр палеозой эрасының азагына караган пермь чорында шактый зур үсешкә ирешәләр. Җир өсте флорасында ачык орлыклыларның өстенлек итүе мезозой эрасының беренче яртысына, аеруча юра чорына туры килә. Яңа ароморфозлар нәтиҗәсендә ачык орлыклыларга алмашка ябык орлыклы үсемлекләр килә. («Үсемлекләр» бүлегеннән ачык орлыклы һәм ябык орлыклы үсемлекләр арасындагы төп аерымлыкларның нәрсәдә икәнлеген исегезгә төшерегез һәм ябык орлыклылардагы төп ароморфозларны әйтеп бирегез.) Җирдә тереклек итүнең

төрле-төрле шартларына җайлашкан ябык орлыклылар өстенлек итә башлый.

Хайваннар эволюциясендә дә күп санлы ароморфозлар билгеләп үтелә. Аларның күбесе хайваннарның җирдә тереклек итүгә күчүе белән бәйле була. Мәсәлән, коры җиргә күчкәндә эчке аталануның үсеше һәм яралгы үсешенең йомырка эчендә коры җирдә баруына күп кенә җайлашулар зур ароморфоз булган. (Җир-су хайваннарының, сөйрәлүчеләрнең үрчү үзлекләрен исегезгә төшерегез. Таблицадан аларның Җирдә барлыкка килү вакытын табыгыз.)

Кошлар һәм имезүчеләр җирдә яшәүче умырткалылар арасында өстенлек алалар. Тән температурасының даимилеге аларга бозланыш шартларында сакланып калырга һәм салкын илләргә еракка ук үтеп керергә мөмкинлек биргән. Ике төркемнең дә уңышлы үсешенә ароморфозлар һәм идиоадаптацияләр булыш-

20. Океанда су асты «бакчалары» (идиоадаптация мисалы).

лык иткән, алар имезүчеләргә — җир өстен, ә кошларга һава тирәлеген үзләштерергә мөмкинлек тудырган.

Умырткалылар эволюциясендә баш миенең үзгәрүе, зур ярымшарлар кабыгының прогрессив үсеше аеруча әһәмиятле ароморфозлар булган. Боларның барысы да нерв эшчәнлеге дәрәҗәсен кискен югары күтәргән, шартлы рефлекслар системасын һәм табигатьтә хайваннарның үз-үзләрен тоту формаларын катлауландырган. Ароморфозлы эволюция борынгы хайван бабалардан кешенең килеп чыгуына китергән.

Антропогенда хайваннар дөньясы хәзерге рәвешен ала.

1. Тарихи үсеш процессында үсемлекләр һәм хайваннарның үзгәрүләрен геохронологик таблица буенча күзәтегез. 2. Җир-су хайваннарының һәм сөйрәлүчеләрнең барлыкка килүенә нинди ароморфозлар сәбәп булуын әйтеп бирегез. 3. Ачык орлыклы һәм ябык орлыклы үсемлекләрнең барлыкка килүенә нинди ароморфозлар сәбәп булуын әйтеп бирегез.

Геохронологик

Эралар		Чорлар һәм аларның дәвамлылыгы (млн. еллар белән)
исеме һәм дәвамлылыгы (млн. еллар белән)	яше (млн. еллар белән)	
Кайнозой эрасы (тереклекнең яңа заманы), 67	67	Антропоген, 1,5
		Неоген, 23,5
		Палеоген, 42
Мезозой эрасы (тереклекнең урта заманы), 163	230	Акбур чоры, 70
		Юра чоры, 58
		Триас чоры, 35
Палеозой эрасы (тереклекнең борынгы заманы), 340	Ихтимал, 570	Пермь чоры, 55
		Ташкүмер чоры, 75—65
		Девон чоры, 60
		Силур чоры, 30
		Ордовик чоры, 60 Кембрий чоры, 70
Протерозой эрасы (тереклекнең башлангычы), <2000	2700	
Архей эрасы (Жир тарихында иң борынгысы), 1000 чамасы	Ихтимал, >3500	

таблица*

Хайваннар һәм үсемлекләр дөньясы
Кешенең килеп чыгуы һәм үсеше. Хайваннар һәм үсемлекләр дөньясы хәзерге рәвешен ала.
Имезүчеләрнең, кошларның өстенлек итүе.
Койрыклы лемурларның, долгопятларның, соңрак парапитек һәм дриопитекларның килеп чыгуы. Бөҗәкләрнең нык үсеш алуы. Эре сөйрәлүчеләрнең үлеп бетүе дәвам итә. Башаяклы моллюскларның күп кенә төркемнәре юкка чыга. Ябык орлыклы үсемлекләрнең өстенлек итүе.
Тешле кошларның да булуы белән бергә югары төзелешле имезүчеләрнең һәм хәзерге кошларның барлыкка килүе. Сөякчел балыклар өстенлек итә. Абагаларның һәм ачык орлыклыларның бик нык азаюы. Ябык орлыклыларның килеп чыгуы һәм таралуы.
Сөйрәлүчеләрнең өстенлек итүе. Археоптерикснең килеп чыгуы. Башаяклы моллюскларның нык үсеш алуы. Ачык орлыклыларның өстенлек итүе.
Сөйрәлүчеләрнең көчле үсеше башлану. Беренче имезүчеләрнең, чын сөякчел балыкларның килеп чыгуы.
Сөйрәлүчеләрнең тиз үсеш алуы. Ерткыч тешле сөйрәлүчеләрнең барлыкка килүе. Трилобитларның үлеп бетүе. Ташкүмер чоры урманнарының юкка чыгуы. Ачык орлыклыларның бай флорасы.
Җир-су хайваннарының көчле үсеше. Беренче сөйрәлүчеләрнең барлыкка килүе. Бөҗәкләрнең оча торган формалары, үрмәкүчләр, чаяннар барлыкка килү. Трилобитларның сизелеп кимүе. Абагасыманнарның көчле үсеше. Орлыклы абагаларның күренә башлавы.
Калканлыларның көчле үсеше. Чукканатлы балыкларның күренә башлавы. Стегоцефалларның күренә башлавы. Коры җирдә югары төзелешле споралыларның таралуы.
Мәрҗәннәрнең, трилобитларның зур үсеш алуы. Казналыксыз умырткалыларның — калканлыларның күренә башлавы. Үсемлекләрнең коры җиргә чыгуы — псилофитлар. Суүсемнәрнең киң таралуы.
Диңгездәге умырткасызлар көчле үсеш ала; трилобитлар, суүсемнәр киң тарала.
Органик калдыклар сирәк һәм аз санда, ләкин умырткасызларның барлык типларына да карыйлар. Башсөяксезләр кече тибына кергән беренчел хордалыларның күренә башлавы.
Тереклек беленер-беленмәс кенә.

* Геологик эралар һәм чорлар таблицада җир катламнарының урнашуына карап бирелгән: соңгыраклары — өстә, иң борынгылары — аста. Шуңа күрә таблицаны астан — архей эрасыннан укый башларга — һәм әкренләп соңгырак эраларга һәм чорларга күчәргә кирәк.

III бүлек

Кешенең килеп чыгуы

14. Кешенең хайваннардан килеп чыгуына дәлилләр

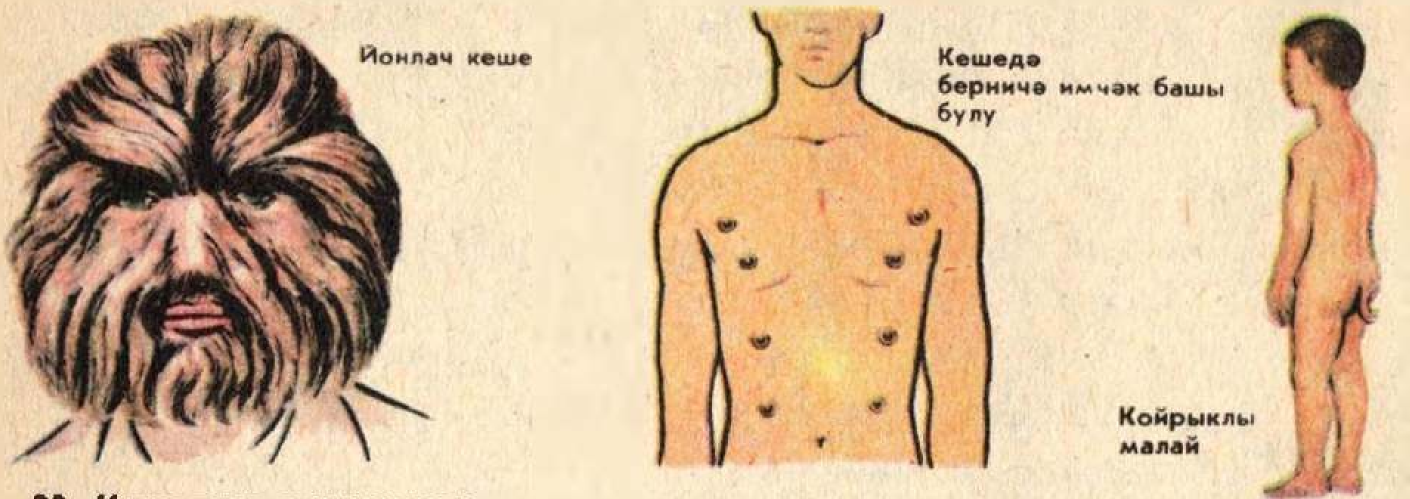
Кешенең килеп чыгуы турында күзаллауларның үсеше. XVII гасыр башында сәяхәтчеләр кешесыман маймыллар һәм аларның кеше белән охшашлыгы турында беренче хәбәрне тараталар. К. Линней үзенең хайваннар дөньясы системасында кешене приматлар төркеменә ярым маймыллар һәм маймыллар белән бергә урнаштырган. Ж. Б. Ламарк, беренче буларак, кеше агачларда үрмәләп йөрүдән җирдә йөрүгә күчкән маймылсыман борынгы бабалардан килеп чыккан, дип язган. Яңача хәрәкәтләнү ысулы гәүдәнең тураюына, кулларның йөрүдән бушавына һәм табанның үзгәрүенә китергән. Көтү-көтү булып яшәү сөйләм барлыкка килүгә булышлык иткән.

Ч. Дарвин «Кешенең килеп чыгуы» (1871) дигән китабында кешенең тереклек ияләре үсешендәге югары төзелешле соңгы буын икәнен һәм аның борынгы бабаларының кешесыман маймыллар белән уртак булуын ышандырырлык итеп исбат итә. Кеше эволюциясендә социаль факторларның әһәмиятен дә билгеләп үтә. Бу проблема Ф. Энгельсның «Маймылның кешегә әверелү процессында хезмәтнең роле» (1896) дигән әсәрендә ачыла. Ул вакытта фән кешенең борынгы казылма бабалары турындагы мәгълүматларга чагыштырмача ярлы була. Соңрак казып табылган кеше сөяге калдыклары һәм хезмәт коралларының күп санлы табылдыклары Энгельс теориясенең дөреслеген бик яхшы расладылар.

Кеше һәм хайваннар төзелешендәге уртак сыйфатлар. Кеше имезүчеләргә керә, чөнки ул бу класска хас бөтен билгеләргә ия: ана карынында үсә, аның да диафрагмасы, сөт бизләре, өч төрле теше (урт, казык, кискеч тешләр), урта колагында өч

Хәзерге заман кешесе эшчәнлекнең барлык сфераларында искиткеч зур уңышларга иреште; ул интенсив рәвештә космосны үзләштерә.

21. Кешедәге рудиментлар.



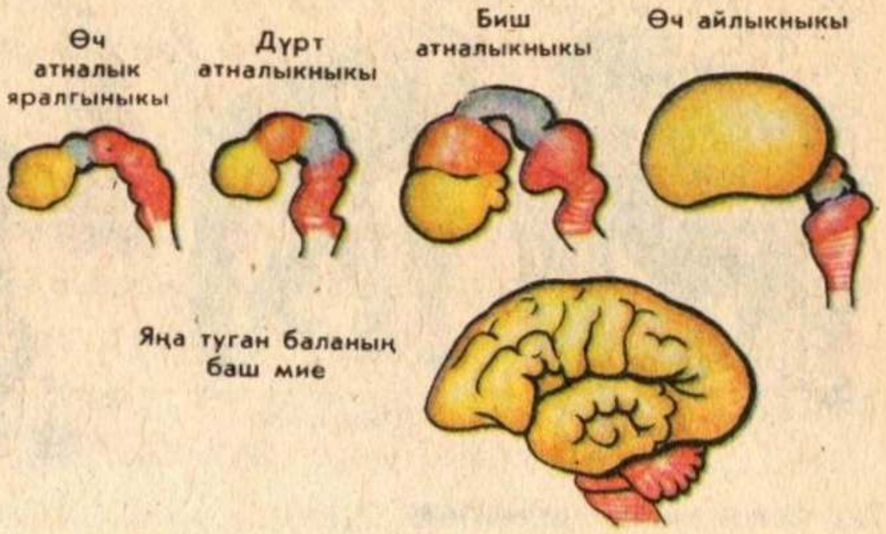
22. Кешедәге атавизмнар.

ишетү сөякчеге һәм колак яфраклары бар, кешенең бөтен органнар системасы имезүчеләрнең органнар системасы белән охшаш.

Кешедә рудиментлар (лат.— калдык) һәм атавизмнар (лат.— иң борынгы бабалар) — борынгы бабаларга хас билгеләр бар. Шуларның кайберләрен тикшереп карыйк [21]. Кеше скелетындагы койрык сөяге — рудимент: ул үсеп җитмәгән һәм бергә кушылып үскән дүрт (сирәк очракларда гына биш) умырткадан тора. Кешенең сукыр эчәгендәге суалчансыман үсенте — аппендикс та үзенең баштагы әһәмиятен югалткан, күп кенә имезүчеләрдә бу үсенте азыкны үзләштерүдә актив катнаша. Күзнең эчке почмагында өченче кабакның рудименты сакланып калган, ул кошларда, сөйрәлүчеләрдә яхшы үскән [21]. Кешедә барлыгы туксаннан артык рудимент исәпләнә.

Кешеләрнең атавизмнар белән туу очраклары да булгалый: койрыклы, тәне куе төк белән капланган һәм өстәмә имчәк башлары булган кешеләр бар [22]. Бу фактларның барысын да кешенең хайваннардан килеп чыгышы белән генә аңлатырга мөмкин.

23. Кешенең (өстә) һәм скатның (аста) өч атналык яралгысы.



24. Кешенең баш мие.

Кеше һәм хайваннар яралгысы үсешендәге охшашлыклар. Кеше, хайваннар шикелле үк, үзенең үсешен аталанган күкәйдән башлый. Күкәй бүлгәләнеп, тукымалар барлыкка килә, һәм алар органнарга башлангыч бирәләр. Кеше яралгысы бик күп билгеләре белән башка умырткалыларның яралгыларына охшаганнан-охшый бара. Аңарда, балык яралгысындагы кебек, саңак ярыклары ярала [23], йөрәк пульс рәвешендә тибеп торган стенкалы көпшә формасында була, йомырка салучы хайваннардагы кебек, клоака барлыкка килә. Кеше яралгысында да 1,5—3 айлык вакытта умырткалыкның койрык өлеше сизелерлек үсә. Бер айлык кеше яралгысының баш мие биш ми куыгыннан тора, бу — балык миен хәтерләтә. Әкренләп зур ярымшарлар башка бүлекләрне каплап алалар. Зур ярымшарлар кабыгында ми өслеген зурайта торган сырлар һәм җыерчалар барлыкка килә [24] һәм ми, ниһаять, кешегә хас үзенчәлекле рәвешен ала.

Кеше һәм кешесыман маймылларның охшашлыгы һәм аерымлыгы. Кешесыман маймыллар: орангутан, горилла, шимпанзе һәм аларга якын гиббоннар — үзләренең төзелешләре һәм физиологик үзенчәлекләре белән кешегә башка хайваннардан якынрак торалар [25].

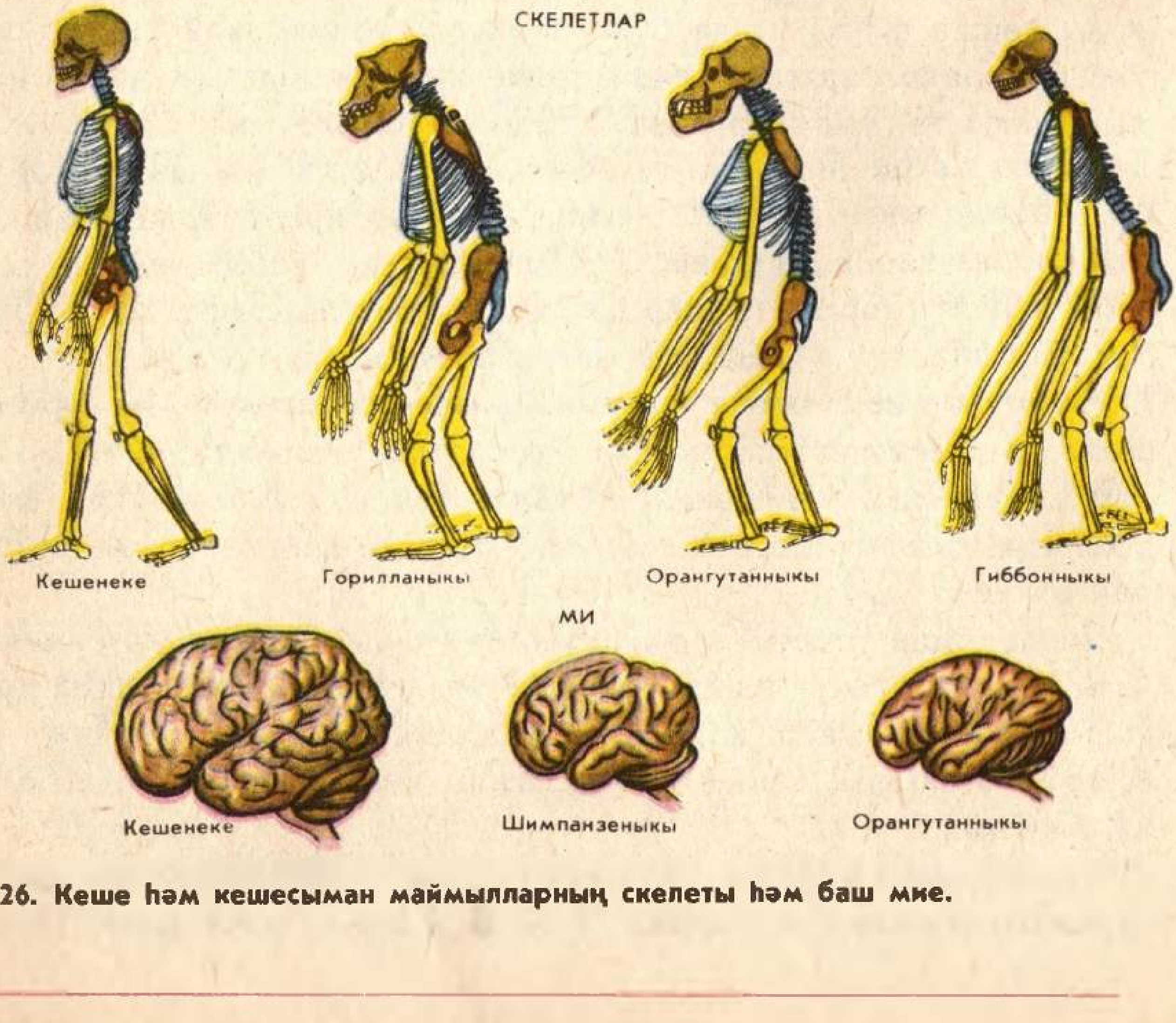
Кешесыман маймыллар күп яклары белән кешене хәтерләтә. Алар шатлык, ачу, кайгы хисләре белдерәләр, балаларын иркәли, алар турында кайгырта, тыңламаган өчен шелтәли дә беләләр. Аларның хәтере яхшы, югары нерв эшчәнлеге бик нык алга киткән

Кешесыман маймыллар якын-тирәдәге әйберләрне иң гади кораллар рәвешендә куллана беләләр. Алар конкрет фикерләүгә

25. Кешесыман маймыллар.

генә сәләтле: әйләнә-тирәлекне үзләренең сизү органнарына турыдан-туры тәэсир итә торган тынычсызлаулар аркылы гына аңлыйлар. Маймылларда гомумиләштерү сәләте юк, ягъни әйберләрнең үзеннән башка, алар турындагы төшенчәләрдән чыгып, абстракт фикерли алмыйлар.

(«Хайваннар» бүлегеннән кешесыман маймыллар турында исегезгә төшерегез.) Алар, кулларына таянып булса да, арткы очлыкларында йөри ала; аларның бармакларында кешеләрдәге



26. Кеше һәм кешесыман маймылларның скелеты һәм баш мие.

кебек тырнаклар үсә, 12—13 пар кабырга, 5—6 әвернә умырткасы бар, кискеч, казык һәм урт тешләрнең саны да кешедәге кадәр.

Кешесыман маймыллар белән кешенең скелеты һәм эчке органнары арасында искиткеч зур охшашлык бар. Кешенең колак, күз, тире төзелеше кешесыман маймыллардагы бу органнарның төзелеше белән бик охшаш. Түбән төзелешле маймыллар каныннан аермалы буларак, бу маймыллар канының кызыл тәнчекләре кеше канында таркалмый; шимпанзе, горилла, орангутанда кеше өчен характерлы 4 группа кан табылган; кеше һәм кешесыман маймылларның уртак паразитлары, мәсәлән, бет, уртак авырулары (грипп, чәчәк, холера, корсак тифы һ. б.) бар; хромосомалар аппаратының искиткеч охшашлыгы ачыкланды. Болар барысы кешенең кешесыман маймыллар белән һичшиксез ырудаш булуын раслый.

Кеше ике аякта туры басып йөри, һәм аның бөтен гәүдәсе туры йөрүгә җайлашкан. Баш сөягенең ми һәм йөз өлешен, умыртка баганасы һәм аның бөгелешен, күкрәк читлеген, оча сөяген, аяк-кулларны, табанны чагыштырып, кеше һәм маймыл скелетларындагы охшашлык һәм аерымлыкларны билгеләгез 26 .

Кеше миенең күләме 1400—1600 см^3, ә кешесыман маймылныкы — 600 см^3 чамасы. Кешедә баш мие ярымшарлары кабыгының өслеге уртача 1250 см^2, кешесыман маймылда ул якынча 3,5 тапкыр кечерәк. Кешедә баш миенең сырлары һәм җыерчалары, маңгай, түбә һәм чигә өлешләре көчле үскән 26 , шулар белән югары нерв эшчәнлегенең иң әһәмиятле үзәкләре бәйләнгән. Бу морфологик аерымлыклар яралгыларда һәм яшь бала чагында олы кеше белән кешесыман маймыллардагы шикелле кискен беленми.

Кешесыман маймылларның һәр төре бериш билгеләре буенча кешегә якын, ә икенче төр билгеләре белән аңардан ерак тора. Горилла кешегә гәүдәсенең гомуми пропорциясе буенча, кул чугының, табанның, оча сөягенең төзелеше һәм башка кайбер үзенчәлекләре белән якын. Шимпанзе гориллага караганда кешегә баш сөягенең төзелеше, очлыкларының озынлыгы ягыннан охшый төшә. Орангутанның кабыргалары, кешедәге кебек үк, 12 пар. Гиббон баш сөяге төзелеше (шома формасы), күкрәк читлегенең яссы булуы һәм кайбер башка билгеләре белән кешене хәтерләтә. Маймылларның кайсысы кешегә якынрак икәнен

әйтүе кыен; күп галимнәр шимпанзе якынрак дигән фикердә.

Ләкин хәзерге маймылларның берсе дә турыдан-туры кешенең борынгы бабасы түгел.

Кеше белән кешесыман маймыллар арасында сыйфат ягыннан бик зур аерымлыклар бар. Кеше тормышының нигезен коллективтагы хезмәт эшчәнлеге, хезмәт коралы хәзерләү һәм аны куллану тәшкил итә.

Кеше җәмгыятьтә яши һәм иҗтимагый — социаль — законнарга буйсына. Кешегә аң һәм аңлаешлы сөйләм хас, шуның аркасында ул кешеләр белән аралаша, хезмәт тәҗрибәсе туплый һәм аны үзеннән соңгы буыннарга бирә. Кеше абстракт фикерләүгә, фән һәм сәнгатьне үстерүгә сәләтле. Кешедәге барлык бу үзенчәлекле сыйфатларның үсеше кешелек җәмгыяте үсеше белән аерылгысыз бәйләнгән.

1. Кешенең хайваннардан килеп чыгуын нинди фәнни мәгълүматлар исбат итә? 2. Дарвин кешенең хайваннардан килеп чыгуы турындагы дәлилләрнең кайсыларын иң әһәмиятлесе дип санаган? Ни өчен? 3. Кеше һәм кешесыман маймыл төзелешендәге охшаш билгеләрне күрсәтегез. 4. Кеше һәм кешесыман маймыл төзелешендәге аерымлыкларны күрсәтегез. 5. Кешедә һәм кешесыман маймылларда югары нерв эшчәнлегенең аермасы нәрсәдән гыйбарәт? Бу аерманы ничек аңлатырга?

15. Антропогенезның этәргеч көчләре (факторлары)

Кеше эволюциясенең — антропогенезның биологик факторлары. Дарвин, органик дөнья эволюциясенең төп факторлары, ягъни нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге, яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш кеше эволюциясенә дә кагыла, дип күрсәтте. Шулар аркасында кешесыман борынгы маймыл организмы бик күп морфофизиологик үзгәрешләр кичерә, нәтиҗәдә вертикаль басып йөрү барлыкка килә, кул һәм аяклар арасында функцияләр бүленә.

Антропогенезны аңлату өчен биологик закончалыклар гына җитеп бетми. Хезмәт, иҗтимагый тормыш, аң һәм сөйләм кебек социаль факторларны күрсәтеп, аның сыйфат үзенчәлеген Ф. Энгельс ачты.

Хезмәт — кеше эволюциясенең гаять мөһим факторы. Хезмәт ул хезмәт коралларын ясаудан башлана. Энгельс сүзләре белән әйткәндә, «хезмәт — ул бөтен кешелек тормышының беренче төп

шарты һәм шуның белән бергә шул дәрәҗәдәгесе ки, без билгеле бер мәгънәдә кешенең үзен хезмәт тудырган дияргә тиешбез». Антропогенезның төп этәргеч көче — хезмәт, бу процесста кеше үзе хезмәт кораллары барлыкка китерә. Югарырак төзелешле хайваннар предметларны әзер кораллар рәвешендә куллана алалар, ләкин аларны хәзерли алмыйлар.

Хайваннар табигать байлыкларыннан бары тик файдалана гына, ә кеше исә табигатьне хезмәт процессында үзгәртә бара. Табигатьне хайваннар да үзгәртәләр, ләкин аңлы рәвештә түгел, бәлки алар табигатьтә яшәгәнгә күрә бу үзеннән-үзе шулай килеп чыга. Аларның табигатькә йогынтысы, кешенең тәэсир итүе белән чагыштырганда, юк дәрәҗәсендә.

Безнең маймылсыман борынгы бабаларыбыздагы морфологик һәм физиологик үзгәрешләрне *антропоморфозлар* дип атау дөресрәк булыр, чөнки аларны китереп чыгарган төп фактор — хезмәт — бары кеше эволюциясенә генә хас. Туры басып йөри башлауның әһәмияте аеруча зур булган. Маймылларның гәүдә зурлыгы һәм авырлыгы арткан, умырткалыгы S сыман бөгелгән, бу исә умырткалыкны сыгылмалы иткән, билләнеп торган сыгылмалы аяк табаны барлыкка килгән, оча сөяге киңәйгән һәм эвернә сөяге ныгыган, казналык аппараты җиңеләя төшкән һ. б. Туры басып йөрү тиз генә барлыкка килмәгән. Бу — хезмәт эшчәнлеге өчен файдалы нәселдән килгән үзгәрешләр сайланышының искиткеч озак процессы булган. Аны миллионнарча еллар дәвам иткән дип уйлыйлар. Туры басып йөрү биологик яктан кешедә катлауланулар да барлыкка китергән. Хәрәкәт тизлеген чикләгән, эвернә сөягенең хәрәкәтчәнлеген бетергән, бу исә бала тудыруны авырлаштырган; озак итеп басып тору һәм авыр әйберләр күтәрү кайчагында яссы табанлылык һәм аяктагы веналарның киңәюен китереп чыгарган. Шуның белән бергә, туры басып йөрү аркасында куллар хезмәт коралы тоту өчен бушаган.

Ф. Энгельс фикеренчә һәм элегрәк Ч. Дарвин әйткәнчә, туры басып йөри башлау маймылдан кешегә күчүдә хәлиткеч адым булган. Аягүрә басып йөрү аркасында маймылга охшаш безнең борынгы бабаларыбызның куллары җирдә йөргәндә гәүдәгә терәк булудан әкренләп азат ителә һәм төрле хәрәкәтләр ясый алу сәләтенә ирешә.

Кеше формалашу процессының башындарак аның кулы зәгыйфь үскән була һәм бары тик бик гади хәрәкәтләр генә

ясый ала. Югары очлыкларында хезмәт операцияләре өчен файдалы үзгәрешләре булган затлар табигый сайланыш аркасында сакланып калганнар. Ф. Энгельс, кул — хезмәт органы гына түгел, бәлки хезмәт продукты да, дип яза.

Кеше кулы белән кешесыман маймылларның кулы арасында аерма бик зур: бер генә маймыл да үз кулы белән, таштан гына булса да, гади бер пычак та ясый алмый. Безнең маймылга охшаш борынгы бабаларыбызга үзләрен чолгап алган табигатьтәге әйберләрне хезмәт кораллары итеп кулланудан аларны үзләре ясауга күчү өчен бик озак вакытлар кирәк булган.

Иң гади хезмәт кораллары да кешенең әйләнә-тирә табигатькә бәйлелеген җиңеләйтә, табигатьнең элек билгесез булган яңа үзлекләрен ачып аның дөньяга карашын киңәйтә, ниһаять, алар хезмәт коралларын тагын да камилләштерү өчен файдаланыла. Хезмәт эшчәнлегенең үсеше биологик закончалыкларның көчен киметүгә һәм антропогенезда социаль факторларның ролен көчәйтүгә китерә.

Иҗтимагый тормыш рәвеше — кеше эволюциясенең төп факторы. Хезмәт баштан ук иҗтимагый булган, чөнки маймыллар көтү-көтү булып яшәгәннәр. Ф. Энгельс, кешенең, ягъни табигатьтәге иң иҗтимагый затның, борынгы бабаларын иҗтимагый булмаган хайваннар арасыннан эзләү дөрес булмас иде, дип күрсәтә.

Кешенең маймылсыман борынгы бабаларының көтү булып яшәүдән җәмәгатьчелеккә үсүенә аерым бер фактор тәэсир иткән. Ул фактор исә кулның хезмәт органына әверелүе белән бәйле хезмәт булган.

Хезмәт җәмгыять членнарының берләшүенә булышлык иткән; алар күмәк рәвештә ерткычлардан сакланганнар, бергәләп ауга йөргәннәр һәм балалар үстергәннәр. Җәмгыятьнең өлкәнрәк членнары яшьрәкләрен табигый материаллар эзләргә һәм кораллар әзерләргә, ау ысулларына һәм утны сүндерми сакларга өйрәткән. Хезмәт процессы үскән саен, үзара булышу һәм ярдәмләшүнең файдалы икәне ачыграк күренә төшкән.

Иң борынгы ау һәм балык тоту коралларын безнең борынгы бабаларыбызның ит азыгын бик иртә куллана башлаулары турында сөйли.

Эшкәртелеп утта пешерелгән азык чәйнәү аппаратының эшен җиңеләйткән. Маймылларда көчле чәйнәү мускуллары беркетелә торган баш түбәсе сөяге чыгынтысының (теменной

гребень) биологик әһәмияте беткән, аның кирәге калмаган һәм ул табигый сайланыш процессында әкренләп юкка чыккан; шул ук сәбәпләр аркасында үсемлек азыклардан катнаш азыкларга күчү эчәклекнең кыскаруына китергән. Ут куллану безнең борынгы бабаларыбызга салкыннан һәм ерткычлардан сакланырга ярдәм иткән.

Табигатьне танып белүдә тупланган тормыш тәҗрибәсе буыннан буынга камилләшә барган. Җәмгыять булып яшәгәндә бер-берсе белән аралашуга күп мөмкинлекләр туган: җәмгыять членнарының бергәләп эшләве ишарәләр, авазлар ярдәмендә сигнал бирү зарурлыгын тудыра. Беренче сүзләр хезмәт операцияләре белән бәйле була һәм эш-хәрәкәтне аңлата, ә әйбер исемнәре соңрак барлыкка килә. Маймылларның үсеп җитмәгән бугазы һәм авыз аппараты нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге һәм табигый сайланыш нәтиҗәсендә кешенең аңлаешлы сөйләм органына әверелә. Кеше үзен чолгап алган әйләнә-тирәдән сигналларны, хайваннар кебек үк, сизү органнарының турыдан-туры ярсынуы аша кабул итә, бу — *беренче сигнал системасы*. Ләкин кеше сүз белән белдерелгән сигналларны кабул итүгә дә сәләтле — аңа *икенче сигнал системасы* булу хас. Ул кешедәге һәм хайваннардагы югары нерв эшчәнлегенең сыйфат аерымлыгы булып тора.

Сөйләм безнең борынгы бабаларыбызда акыл үсешенең билгеле бер баскычында барлыкка килгән һәм минең тагын да үсүенә, фикерләү процессына тәэсир иткән. Сүз ярдәмендә реаль яши торган әйберләрдән абстракт фикерләүгә һәм гомумиләштерүгә күчәргә, ягъни кешегә генә хас абстракт фикер йөртүгә ирешергә мөмкин. Сүз — кешеләрнең бер-берсе белән аралашуында, өлкән буын кешеләренең тәҗрибәсен үзеннән соңгы буыннарга күчерүдә һәм кешене тәрбияләүдә иң әһәмиятле чара.

Сөйләм барлыкка килү безнең борынгы бабаларыбызның бергәләп хезмәт итү процессында аралашуын көчәйткән һәм, үз чиратында, иҗтимагый мөнәсәбәтләрнең үсешенә булышлык иткән. Безнең борынгы бабаларыбызның эволюциясе социаль һәм биологик факторларның бергәләп тәэсир итүе нәтиҗәсендә барган. *Табигый сайланыш кешелек җәмгыяте эволюциясендә әһәмиятен әкренләп югалткан.* Хезмәт кораллары һәм көнкүреш әйберләре ясауда катлаулана барган хезмәт процесслары, авазлардан торган сөйләм, мимика, ишарәләр баш миенең һәм сизү органнарының үсешенә булышлык иткәннәр.

Баш миенең, фикерләү һәм аңның үсеше бер үк вакытта хезмәтнең һәм сөйләмнең камилләшүенә этәргеч булган. Хезмәт тәҗрибәсе буыннан буынга тулырак күчә барган һәм яхшырак үзләштерелгән. Тик җәмгыятьтә генә кешенең фикерләве шундый югары үсеш дәрәҗәсенә ирешә алган.

Кешенең морфологик һәм физиологик үзенчәлекләре нәселдән нәселгә күчсә дә, коллектив хезмәт эшчәнлегенә, фикерләүгә һәм сөйләмгә сәләтлелек беркайчан да нәселдән нәселгә күчмәгән һәм хәзер дә күчми. Кешенең бу специфик сыйфатлары тарихи рәвештә барлыкка килгән һәм социаль факторлар тәэсирендә камилләшкән, алар һәр кешедә бары тик аның җәмгыятьтә индивидуаль үсеше процессында тәрбия һәм белем бирү нәтиҗәсендә үсә. Баланы кешелек җәмгыятеннән изоляцияләүнең билгеле очраклары шуны күрсәтәләр: аны нормаль шартларга күчергәндә кешегә хас специфик сыйфатлар аңарда бик начар үсә яисә бөтенләй үсми. Бу — андый сыйфатларның нәселдән килмәве турында сөйли. Һәр олы буын үзеннән соңгы буыннарга тәҗрибәсен, белемен, рухи байлыкларын тәрбия һәм белем бирү процессында тапшыра.

Кешенең маймылсыман борынгы бабалары хезмәт, аң, сөйләм нәтиҗәсендә үзенә бертөрле үсеш — кешелек үсеше — юлына аяк басалар. Бу үсеш соңрак К. Маркс һәм Ф. Энгельс тарафыннан ачылган яңа законнар, кешелек җәмгыяте законнары — социаль законнар — нигезендә бара. Кешеләр үзара яңа социаль мөнәсәбәтләргә керәләр, аларның хезмәте төрләнә бара. Алар инде үсемлекләр җыю, ауга йөрү, балык тоту белән генә түгел, бәлки игенчелек, терлек үрчетү белән дә шөгыльләнә башлыйлар. Хезмәттә көнкүреш әйберләре ясауга бәйле яңа тармаклар: җеп эрләү, туку, чүлмәк ясау эше, металл эшкәртү һәм башка шундый тармаклар барлыкка килә. Сәүдә, сәнгать, дин, фән килеп чыга. Кабиләләр милләтләрне һәм дәүләтләрне барлыкка китерә.

Шул рәвешле, антропогенезның этәргеч көчләрен *биологик факторлар* (нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге, яшәү өчен көрәш, табигый сайланыш) һәм *социаль факторлар* (хезмәт эшчәнлеге, җәмгыять булып яшәү рәвеше, сөйләм һәм фикерләү) тәшкил итә.

! 1. Кеше эволюциясенең биологик этәргеч көчләре (факторлары) нинди һәм эволюциянең төрле этапларында алар нинди роль уйный? 2. Кеше эволюциясенең нинди социаль этәргеч көчләре (факторлары) бар һәм эволюция-

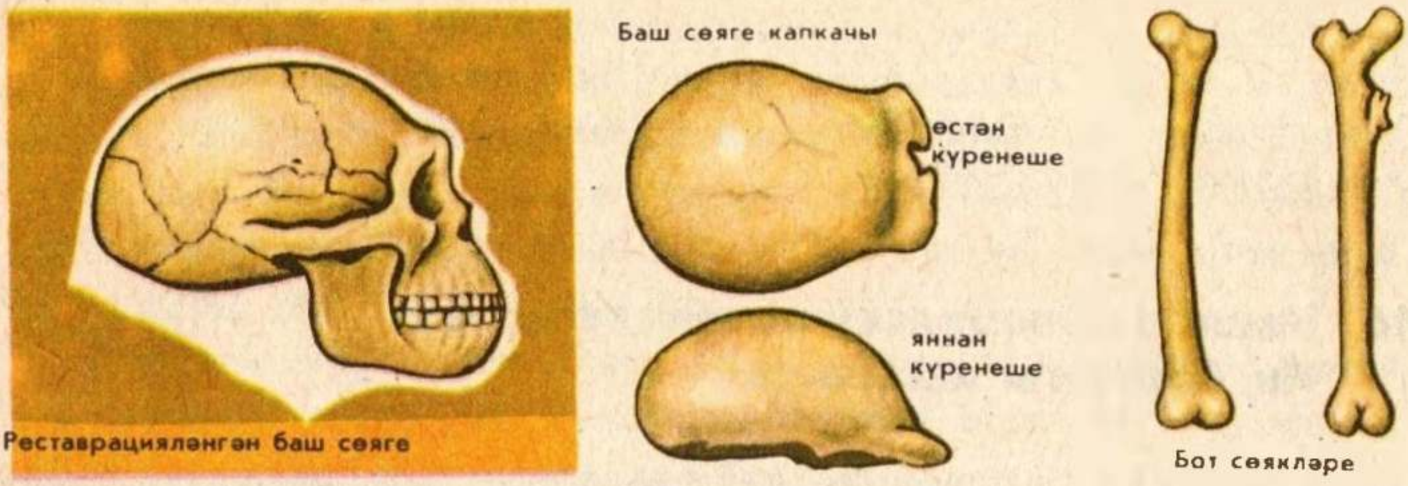
нең төрле этапларында алар нинди роль уйный? 3. Хәзерге заманда яшәүче кешесыман маймыл кешегә әверелә аламы? Ни өчен? 4. Ф. Энгельсның: «Шул рәвешчә, кул — хезмәт коралы гына түгел, хезмәт продукты да»,— дигән сүзләрен ничек аңлыйсыз?

16. Кеше эволюциясенең юнәлешләре. Иң борынгы кешеләр.

Кешенең һәм кешесыман маймылларның борынгы уртак бабалары. Мезозой эрасында беренче вак имезүчеләр — бөҗәк ашаучылар (67 бит) — арасында үткен тешләре дә, тырнаклары да, канатлары һәм тояклары да булмаган хайваннар төркеме аерымлана. Алар, җимеш һәм бөҗәкләр белән тукланып, җир өстендә дә, агач башларында да яшәгәннәр. Шул төркемнән ярым маймылларга, маймылларга һәм кешеләргә алып киткән тармаклар башлангыч алган. Димәк, *кеше һәм кешесыман маймыллар үзара якын ырудашлар булып торалар. Ләкин алар — уртак нәсел агачының төрле ботаклары.*

Җир шарының төньяк һәм көньяк киңлекләрендә климатның салкынаюы нәтиҗәсендә урманнар далалар белән кысрыкланган. Шул шартларда иң борынгы кешесыман маймылларның бер төркеменең эволюциясе хезмәт кораллары барлыкка китерү, хезмәт органы буларак кулны үстерү, ике аякка басып йөрү, җирдә яшәүгә җайлашулар юлы белән барган. Җирдә яңа тирәлекне үзләштергәндә, алар анда элек-электән яшәп килгән башка хайваннар белән аяусыз көрәш алып барганнар: бу хайваннарның беришләрендә көчле казык тешләр һәм үткен тырнаклар булган, икенчеләре тиз йөгерә алган, өченчеләре көчле мускуллары белән аерылып торган. Маймылларда бу сыйфатлар булмаган, ләкин аларда, гәүдәнең гомуми зурлыгы белән чагыштырганда, баш миенең күләме шактый зурайган булган. Агач башларында яшәгәндә үк маймылларда әйләнә-тирә шартларында ориентлашу сәләте бик нык үскән, алар бик яхшы ишеткәннәр һәм күзләре, алга таба чыгып, бер-берсенә якын торганлыктан, күләмле күрү сәләтенә ия булган. Куллары бик күп функцияләрне башкара алган: алар әйберләрне эләктерә, тотып тора һәм ыргыта алганнар; агач ботакларына ябышып тотынып торганнар, оя ясаганнар.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең төрле формалары (21 бит) һәм файдалы үзгәрешләре булган затларның сайланышы эволю-

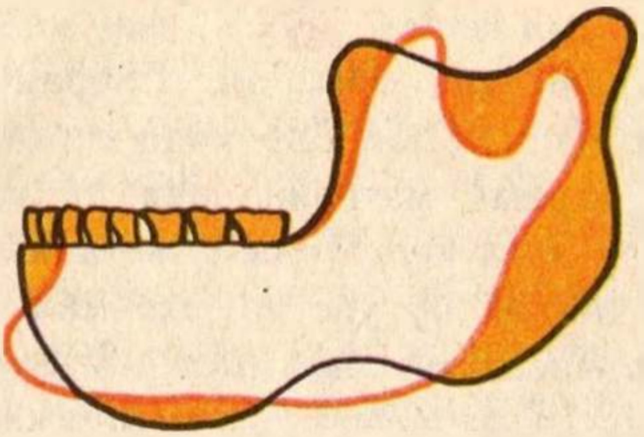


27. Питекантроп скелетының өлешләре.

циянең бу этабында гаять әһәмиятле роль уйный. Көтү-көтү булып яшәү көчле ерткычлар белән көрәштә, нәсел турында кайгыртуда, тәҗрибәне буыннан буынга тапшыруда булышлык итә.

Безнең иң борынгы бабаларыбыз бик озак вакытлар дәвамында җирдә яшәүче ике аяклы затлар булып камилләшкәннәр. Яшәү өчен көрәштә маймылларның күбесе һәлак булган. Табигый сайланыш процессында файдалы нәселдәнлек үзгәрешләре буыннан буынга сайланып килгән һәм сакланып калган.

Безнең гасырның 30 нчы елларында һәм соңрак Көньяк Африкада *австралопитек* дип аталган затның калдыклары табылган (лат. «аустралис» — көньяк һәм грекча «питек» — маймыл). Баш сөяге, тешләре һәм скелетының башка өлешләре төзелеше буенча австралопитеклар, хәзерге кешесыман маймылларга караганда, кешегә шактый якынрак торганнар. Аларның баш мие тартмасы зуррак, баш сөягенең бит өлеше кыска һәм тешләре хәзерге заман кешесе тешләренә охшаган булган. Иң әһәмиятлесе — аларның оча сөякләренең төзелеше кешенекенә охшаган. Алар ике аяклы югары үсеш алган кешесыман маймыллар булганнар. Гәүдәгә терәк һәм хәрәкәт функциясеннән азат югарыгы очлыклары аларга табигатьтәге предметларны кораллар рәвешендә файдалану, ә соңрак коралларны чуерташтан әзерләү мөмкинлеген биргән. Австралопитеклар белән бер үк вакытта бернинди бәхәссез кешенең борынгы бабалары итеп таныла торган башка формалар да яшәгән. Шуңа күрә күп кенә галимнәр, бу төркем кеше эволюциясенең тукталып калган тармагын тәшкил итә, дип уйлаганнар. Соңгы 20 ел эчендәге (1959—1980) ачышлар австралопитекларның моннан 5 миллион елдан да элегрәк яшәгәнлекләрен күрсәтәләр. Аларның тагын да соңгыраклары кешенең турыдан-туры борынгы бабалары булып торалар һәм алар-



28. Гейдельберг кешесенең аскы теш казналыгы. Чагыштыру өчен хәзерге кешенең аскы теш казналыгы кызыл төс белән бирелгән.

ны *эшли белүче кеше* дип атаганнар. Болар гаять мөһим ачышлар, чөнки алар безнең борынгы бабаларыбыз популяцияләрендә сайланыш юлы белән эволюция өчен вакытның җитәрлек булуы турында сөйлиләр.

Кайбер антропологлар фикеренчә, эшли белүче кешене австралопитек дип санарга кирәк. Галимнәрнең икенчеләре эшли белүче кешене иң борынгы кешеләргә кертәләр. Морфологик яктан алар кешесыман маймыллардан бик аз аерыла. Аерымлык аңның беренче чаткылары барлыкка килүдән гыйбарәт, бу исә табигатьтәге әйберләрне кораллар итеп куллану белән генә түгел, бәлки кисә һәм яра торган иң примитив коралларны чуерташны очлап ясый белүгә дә бәйле.

Кеше булып җитешү процессында өч стадияне, яки өч фазаны, аерып йөртәләр: иң борынгы кешеләр; борынгы кешеләр; хәзерге беренче кешеләр. Һәр яңа стадия үзеннән алдагы стадия тулысынча беткәч кенә барлыкка килмәгән, алар бер үк вакытта яшәгәннәр һәм тату булмаганнар. Материаль культура ягыннан прогрессиврак төрләргә караган, көчлерәк һәм аңлырак затлардан торган популяцияләр икенчеләрен яшәү өчен начаррак булган урыннарга кысрыклап чыгарганнар яисә аларны кырып бетергәннәр. Бер үк вакытта яшәгән кешеләр ыругының төрле популяция һәм төрләренең культуралары арасында аерма бик зур булган. Ахыр чиктә кеше формалашуга китергән юнәлештән тыш, читкә тайпылып, тукталып калган тармаклар да булган. Шул ук вакытта кешесыман төрле маймыллар да яшәгән.

Иң борынгы кешеләр. Казылма калдыклар кешесыман маймылларның бик күп арадаш формалар — маймыл-кешеләр аркылы гына кеше булып җитешүен күрсәтә. Бу затлар үзләрендә маймылга һәм кешегә хас сыйфатларны туплаган булганнар.

Питекантроп — «маймыл-кеше» [27]. Аның калдыклары беренче тапкыр Ява утравында табылган. Соңрак питекантроп калдыклары Африкада, Азиядә һәм Европада табылган, ул Иске Дөньяда, аннан инде барлык материкларда да киң таралган. Питекантроп бераз гына алга иелә төшеп ике аякка басып йөргән, күсәккә таянып йөргән булуы да ихтимал; буе 170 см чамасы, баш сөяге тартмасының озынлыгы һәм киңлеге хәзерге кешенеке кадәр, тик бераз тәбәнәгрәк булган һәм калын сөяклөрдән торган. Миенең күләме 900—1100 $см^3$ га җиткән. Маңгае бик сөзәк, күз өстендә тоташ сөяк — каш өсте дугасы булган. Сөйләм функциясе белән бәйле маңгай һәм чигә өлешләре маймылныкына караганда яхшырак үскән, ә чигә өлешенең үсеше ишетүнең яхшы булуы хакында да сөйли. Казналыклары бик нык алга чыгып торган, ияк чыгынтысы булмаган.

Питекантроплар таштан примитив кыргычлар һәм бораулар ясаганнар, уттан файдаланганнар һәм борынгы көтүләр булып яшәгәннәр. Аларның тораклары булмаган әле.

Хезмәтнең килеп чыгуы ми үсеше өчен бик көчле этәргеч булган. Дарвин безнең борынгы бабаларыбызның, хәтта иң борынгыларының да, югары акыл үсешенә ия булганлыкларына искиткеч зур әһәмият биргән. Сөйләм барлыкка килү белән аң үсеше алга таба зур адым ясаган.

Ф. Энгельс фикеренчә, сөйләм башлангыч хәлендә иң борынгы кешеләрдә төрле сигналларны белдергән аңлаешсыз авазлар рәвешендә генә килеп чыккан.

Питекантроптан беркадәр соңрак яшәгән *синантропның* — «кытай кешесенең» табылдыклары кызыклы. Аның калдыклары 1927—1937 елларда Пекиннан ерак түгел тау куышлыгында табыла.

Синантропның тышкы кыяфәте күп ягы белән питекантропны хәтерләтә. Ләкин синантроп үсеше алга киткәнрәк зат булган. Миенең күләме 850 $см^3$ дан 1220 $см^3$ га кадәр җиткән; миенең сул як өлеше (анда гәүдәнең уң ягын хәрәкәткә китерү үзәкләре) уң як өлешенә караганда беркадәр зуррак булган. Димәк, синантропның уң кулы сул кулына караганда көчлерәк үсеш алуы белән аерылып торган. Синантроп үзе ут таба белгән һәм аны сүндерми саклый алган, тиреләргә төренеп йөргән булса кирәк. Казылган урыннарда 6—7 метрга кадәр калын көл катламы, эре хайваннарның күпшә сөякләре, баш сөякләре, таштан, сөяктән, мөгезләрдән ясалган кораллар табылган.

1907 елда Гейдельберг шәһәре тирәсендә (хәзерге ГФР территориясендә) тешләре хәзерге кешенекенә охшаган, ләкин ияк чыгынтысы булмаган бик зур аскы казналык табылган 28.

Питекантропны һәм синантропны беренче кече ыругның, ягъни маймыл-кешенең (кешеләр ыругы) ике төре дип саныйлар. Кайбер галимнәр эшли белүче кешене дә шунда ук кертәләр (81 бит). Ул маймылның кешегә әверелү процессындагы беренче, башлангыч стадиянең вәкиле булып тора. Ф. Энгельс әйткәнчә, бу — «формалашкан» кешеләр. Иң борынгы кешеләргә каннибализм хас булган.

Кеше үсешенең бу стадиясендә вертикаль басып йөрү, ми үсешенең камилләшүенә бәйле физик төзелешендәге күп кенә үзенчәлекләр табигый сайланыш контроле астында була.

1. Кешесыман борынгы маймылларга нинди сыйфатлар хас? 2. Ни өчен күп кенә галимнәр австралопитекларны кеше эволюциясендә тукталып калган тармаклар дип саныйлар? 3. Кешенең борынгы бабаларыннан кемнәрне һәм нәрсә нигезендә иң борынгы кешеләргә кертәләр?

17. Кеше эволюциясенең юнәлешләре. Борынгы кешеләр һәм хәзерге заманның беренче кешеләре

Борынгы кешеләр. Европа, Азия һәм Африкада тау куышлыгы утырмаларының иң тирән катламнарында *неандерталь кешеләренең* — олысының һәм кечесенең — бик күп сөякләре табылган (ул 1856 елда беренче табылдык урыны — хәзерге ГФР территориясендә Неандер елгасы үзәненең исеме белән шулай аталган). СССРда неандерталь кешесенең калдыклары Үзбәкстанның көньягында һәм Кырымда табылган. Неандерталь кешеләре, моннан 150 мең ел чамасы элек, бозлык чорында яшәгәннәр.

Неандерталь кешеләренең күпчелеге буйга бездән кечерәк (ирләрнең буе уртача 155—158 см) булганнар, бераз иелебрәк йөргәннәр. Аларның маңгае тәбәнәк кыйгач булган; каш өсте нык салынып торган, аскы казналыкларның ияк чыгынтысы булмаган яисә аз беленгән. Баш миенең күләме кешенекенә якын — 1400 $см^3$ чамасы һәм артыграк та, ләкин ми җыерчалары азрак булган. Умырткалык бил тирәсендә хәзерге кешенекенә карагандa азрак бөгелеп торган. Алар бозлыклар һөҗүм иткән авыр

29. Неандерталь кешесенең реставрацияләнгән баш сөяге һәм таштан ясалган кораллары.

шартларда, тау куышларында туктаусыз ут яндырып яшәгәннәр. Үсемлек һәм ит белән тукланганнар, ләкин һаман да каннибаллар булып калганнар. Неандерталь кешеләре күптөрле таш һәм сөяк кораллардан файдаланганнар 29. Коралларны алар яссы ташлардан ясаганнар. Бер ташны икенчесенә ышкып эшкәрткәннәр. Бәлки аларда агач кораллар да булгандыр.

Баш һәм бит сөякләренең төзелеше буенча фикер йөрткәндә, неандерталь кешеләре бер-берсе белән аралашканда ишарәләрдән, аңлаешсыз авазлардан һәм тора-бара бераз аңлаешлырак сөйләмнән файдалана башлаганнар булса кирәк. Алар, төркем-төркем булып, 50—100 кеше бергә яшәгәннәр. Ирләр бергәләшеп җәнлек аулаган, хатын-кызлар һәм балалар ашарга яраклы тамыр һәм җимешләр җыйган, тәҗрибәле өлкән яшьтәгеләре кораллар ясаган. Неандерталь кешеләре тире киемнәр киеп йөргәннәр. Неандерталь кешеләрен икенче кече ыругка — борынгы кешеләргә (кешеләр ыругына) керә торган төр дип саныйлар. Неандерталь кешеләре яшәгән бозлык чорларының авыр шартларында табигый сайланыш чыдамрак, җитезрәк, кыюрак затларның сакланып калуына булышлык иткән. Эволюциядә социаль факторлар: коллективта хезмәт эшчәнлеге, яшәү өчен бергәләп көрәш һәм интеллект үсеше зур роль уйнаган. Неандерталь кешеләренең соңгылары (моннан 28 мең еллар чамасы элек) хәзерге заманның беренче кешеләре арасында яшәгәннәр.

Хәзерге заманның беренче кешеләре. Моннан 30—40 мең еллар элек формалашкан беренче хәзерге заман кешеләренең — *кроманьоннарның* — күп санлы скелетлары, баш сөякләре һәм алар файдаланган коралларның казылма калдыклары табылуы

30. Кроманьон кешесенең реставрацияләнгән баш сөяге һәм хезмәт кораллары.

билгеле (Франциянең көньягындагы Кроманьон дигән урында табылган). Кроманьон кешеләренең калдыклары СССР территориясендә дә (Воронеждан көньяктарак, Дон елгасының уң як ярында), шулай ук Африкада, Азия һәм Австралиядә табылган.

Кроманьон кешесенең буе 180 сантиметрга кадәр җиткән, маңгае биек, туры, ми тартмасының күләме 1600 см^3, каш өсте тигез булган. Зур іяк чыгынтылары аларда сөйләмнең шактый үскән булуын күрсәтә 30. Кроманьон кешеләре үзләре төзегән торакларда яшәгәннәр. Тау куышларының стеналарында ау, бию күренешләре, кеше сурәтләре табылды. Рәсемнәр охра һәм башка минераль буяулар белән яисә тырнап ясалган. Кроманьоннар сөяк һәм чакматаш инәләр белән үзләре теккән тире киемнәр кигәннәр. Эш коралларын һәм көнкүреш әйберләрен ясау һәм эшкәртү техникасы, неандерталь кешеләренеке белән чагыштырганда, шактый камилләшә төшкән. Мөгездән, сөяктән, чакматаштан ясалган кораллар сырлап бизәлгән. Кеше инде шомарта, тишә белгән, чүлмәкләр ясый алган 30. Хайваннарны кулга иярләштерә башлаган һәм игенчелек өлкәсендә беренче адымнарын ясаган. Кроманьон кешеләре ыруг-ыруг булып яшәгәннәр, аларда дин туа башлаган. Кроманьоннар һәм хәзерге кешеләр өченче кече ыругка — яңа кешеләргә (кешеләр ыругы) керә торган Homo sapiens — *акыллы кеше* — төрен тәшкил итәләр. Кроманьон кешеләре эволюциясендә социаль факторлар төп рольне уйнаган.

Кроманьоннар үзләреннән алда яшәгән кешеләрдә өстенлек алып торган биологик эволюциядән социаль эволюциягә күчкәннәр. Алар үсешендә тәрбия, өйрәтү, тормыш тәҗрибәсен буыннан

буынга тапшыру аеруча зур роль уйный башлаган. Яңа кешеләрнең популяцияләре яшәү өчен көрәштә барлык башка популяцияләрдән җитезлеге һәм аңлылыгы белән генә түгел, бәлки нәсел-буынын — үзләренең киләчәген — һәм картларны — тупланган тәҗрибәнең исән хуҗаларын (ау ысулларын, кораллар ясауны, традицияләрне, гореф-гадәтләрне белүчеләрне) саклау белән өстенлек алып торганнар, кешедә популяция, кабилә, семья хакына үзен корбан итү сәләте барлыкка килә.

Безнең борынгы бабаларыбыз, хайваннар дөньясыннан күтәрелеп, катлаулы һәм озын үсеш процессы нәтиҗәсендә кешеләрнең хәзерге төрен барлыкка китерә.

Оешкан җәмгыятьнең нигезе буларак, иҗтимагый хезмәт мөнәсәбәтләре төп һәм билгеләүче факторга әверелә. Иҗтимагый тормыш законнары кешелек дөньясының социаль прогрессында юнәлеш бирүче рольне уйный. Хайваннар эволюциясе белән чагыштырганда, кеше эволюциясенең сыйфат үзенчәлеге менә шунда.

Индивидуаль нәселдәнлек үзгәрешләре — мутацияләр — кешеләр арасында хәзер дә бар, ләкин һаман үсеп торган белемнәр һәм социаль үзгәртеп корулар нигезендә кеше биологик законнарны идарә итәргә, зарарлы билгеләрне булдырмый калырга һәм файдалыларын көчәйтә төшәргә өйрәнә.

1. Антропогенезда хезмәтнең төп этәргеч фактор булуын кешенең нәсел агачы раславын исбат итегез. 2. Маймылның кешегә әверелү процессында табигый сайланыш ни өчен эволюция факторы булу әһәмиятен әкренләп югалта барган? 3. Питекантропларда һәм неандерталь кешеләрендәге кешегә хас сыйфатларны билгеләгез. 4. Борынгы кешеләр иң борынгы кешеләрдән нәрсә белән аерылганнар? 5. Кроманьоннарның неандерталь кешеләреннән аермасы нәрсәдә? 6. Иң борынгы һәм борынгы кешеләрнең материаль культура калдыкларын чагыштырыгыз һәм безнең борынгы бабаларыбыз эволюциясендә хезмәтнең һәм иҗтимагый тормышның роле турында нәтиҗәләр ясагыз.

18. Кеше расалары. Расачылыкны һәм социаль-дарвинизмны тәнкыйтьләү

Бөтен кешелек дөньясының эволюциясенә хезмәт, җәмгыять булып яшәү һәм хезмәтнең характеры искиткеч зур йогынты ясаган. Эволюциянең этәргеч көчләре тәэсирендә кешенең борынгы бабаларында аягүрә йөрү, аңлаешлы сөйләм, кул хезмәт органы булып формалашкач, физик төзелешнең үзгәреше әкре-

нәйгән һәм икенчел дәрәҗәдәге вак билгеләргә кайтып калган. Җирдә хәзерге вакытта кешенең бер генә төре яши. Бөтен кешеләрдә дә баш сөягенең, минең, аяк табанының, кулның бердәм төзелеше, кан группаларының бер үк төрле булуы, шулай ук кешеләрнең җиңел кушылып, нәсел калдыра алулары да аларның бер төргә керүен күрсәтә.

Соңгы вакытларга кадәр кешелек дөньясын өч зур расага бүлеп йөрттеләр: австрало-негроид (экваториаль) раса, европеоид (Евразия) расасы, монголоид (Азия-Америка) расасы. Ләкин галимнәр австрало-негроид расасын икегә — австралоид һәм негроид расаларына бүләләр. Шул рәвешле дүрт расага аералар. Аларның һәркайсы кече расаларга бүленә (30 дан артык). Моннан тыш, зур расаларның аралашу зоналарында төрле тарихи чорларда формалашкан катнаш расалар бар [31], [32].

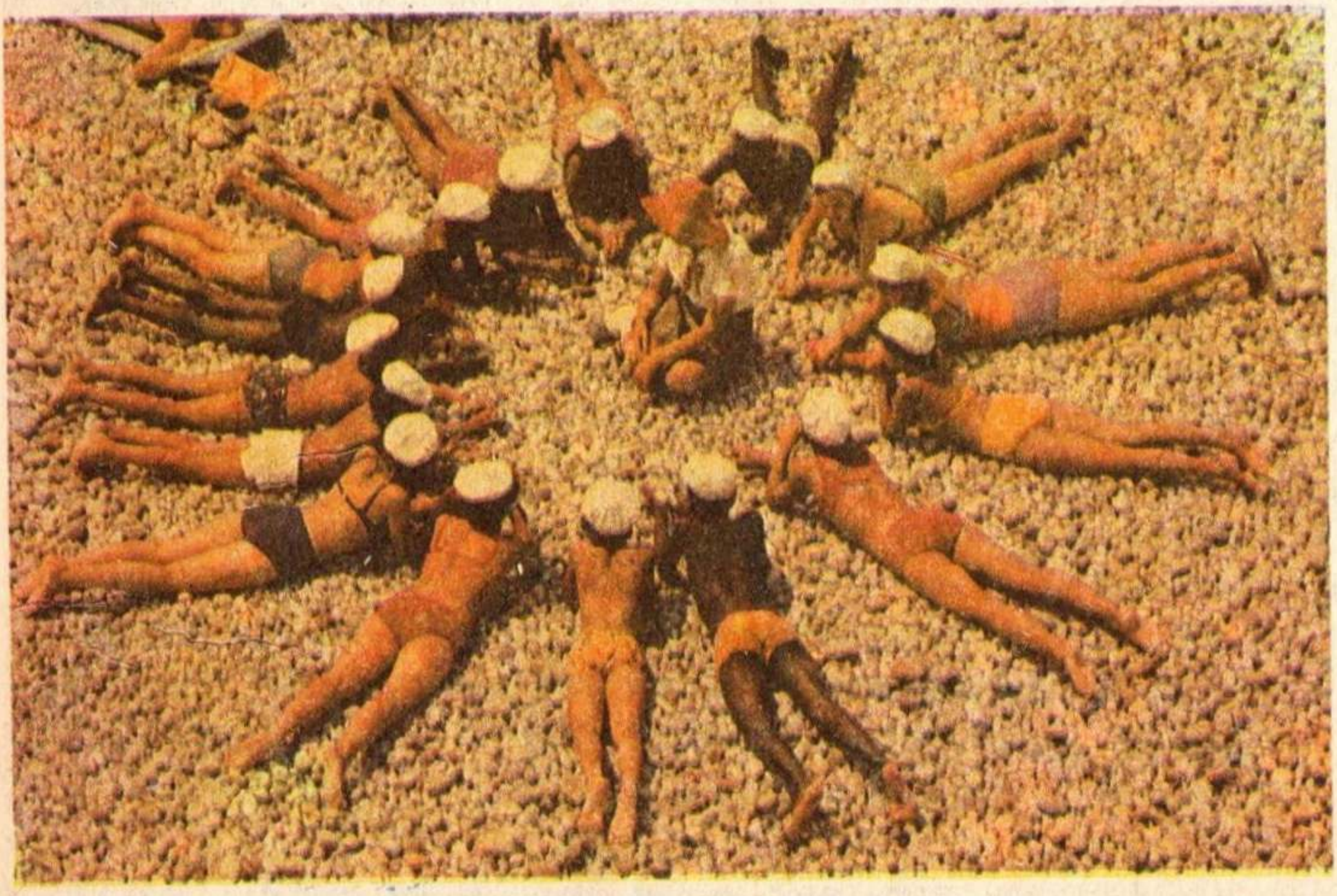
Расалар арасындагы аерымлыклар морфологик үзенчәлекләрдә: тире, чәч, күзләрнең төсендә, борын һәм иреннәр формасында гына чагыла. Бу аерымлыклар кайчандыр төрле-төрле табигый шартларда яшәгән популяция кешеләре арасында килеп чыккан. Мәсәлән, тиренең кара төстәге пигментациясе организмның кояш нурларыннан саклануга җайлашуы булса кирәк; бөдрә чәчләр арасында эсседән саклый торган һава катламнары барлыкка килә. Европеоидларның ак тәне ультрамиләүшә нурларны яхшы үткәрә, шул рахиттан саклый, озын тар борын сулый торган һаваны җылыта. Төрле раса вәкилләренең акыл сәләтендә, фикерләвендә, сөйләмендә бернинди дә җитди аерымлыклар юк, барлык расалар да биологик яктан бертигез.

Төрле раса халыкларында культура үсеше күп кенә иҗтимагый-экономик факторларга бәйле рәвештә төрле дәрәҗәдә тора.

Социаль мөнәсәбәтләр үсү белән, кеше расаларының аерымлануы һәм алар арасындагы морфологик аерымлыклар төрле раса кешеләренең үзара өйләнешүләре нәтиҗәсендә кими бара.

Расалар турындагы фән (расоведение) расаларның килеп чыгуын, алар арасындагы кардәшлек мөнәсәбәтләрен, аларга хас сыйфатларны һәм теге яки бу раса тарихи рәвештә туры килгән тирәлек шартларын өйрәнә. Алынган материаллар кешенең килеп чыгуы турындагы проблемаларны хәл итү өчен кирәк. Буржуаз илләрдә реакцион галимнәр расачылык теориясен тарататалар. Аның асылы: кеше расалары, имеш, барысы да бертигез камил түгел, беришләре — югары, икенчеләре түбән расалар дип исбат-

31. Барлык расалар вәкилләре. Мәскәүдә Яшьләрнең һәм студентларның XII Бөтендөнья фестивале көннәрендә очрашу.



32. Төрле халыклар вәкилләре (Артекта).

лаудан гыйбарәт. Расачылар кайбер халыкларның экономик һәм культура ягыннан артталыгының сәбәбе бу халыкларның «биологик яктан камилләшеп җитмәвендә» дип аңлаталар.

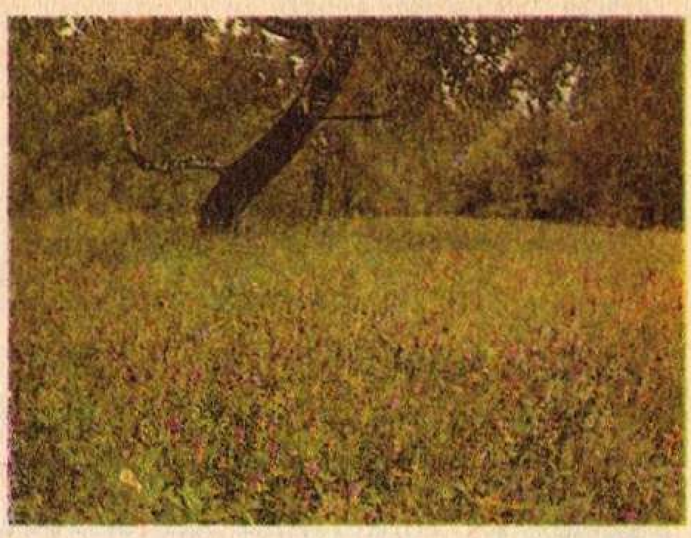
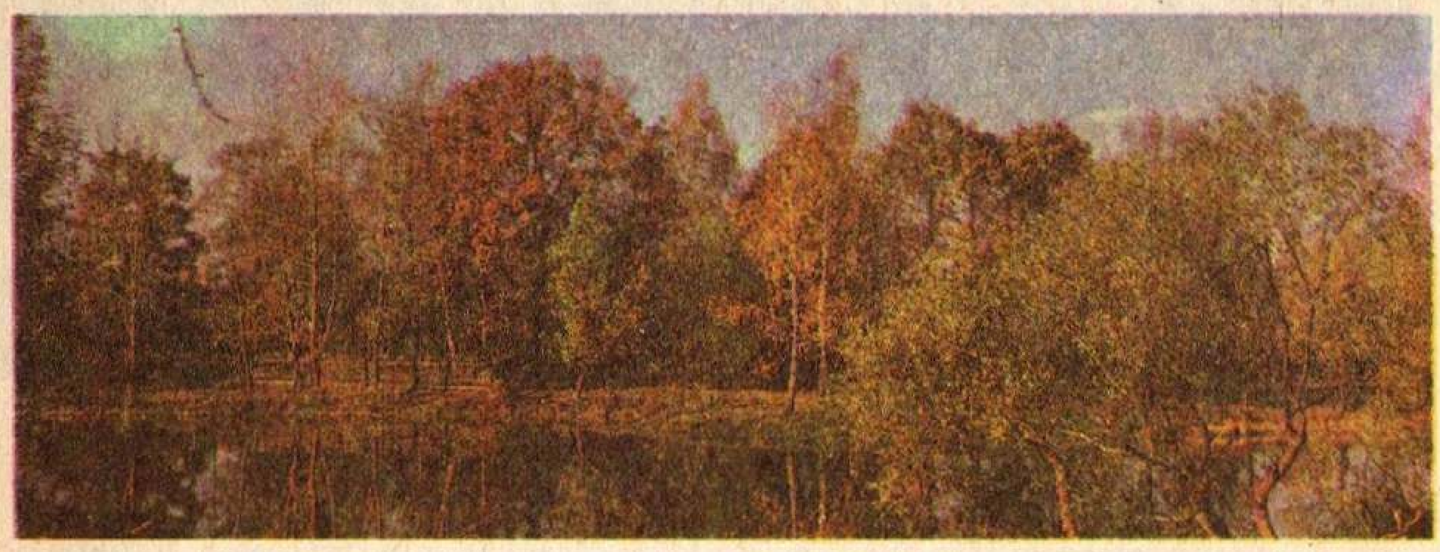
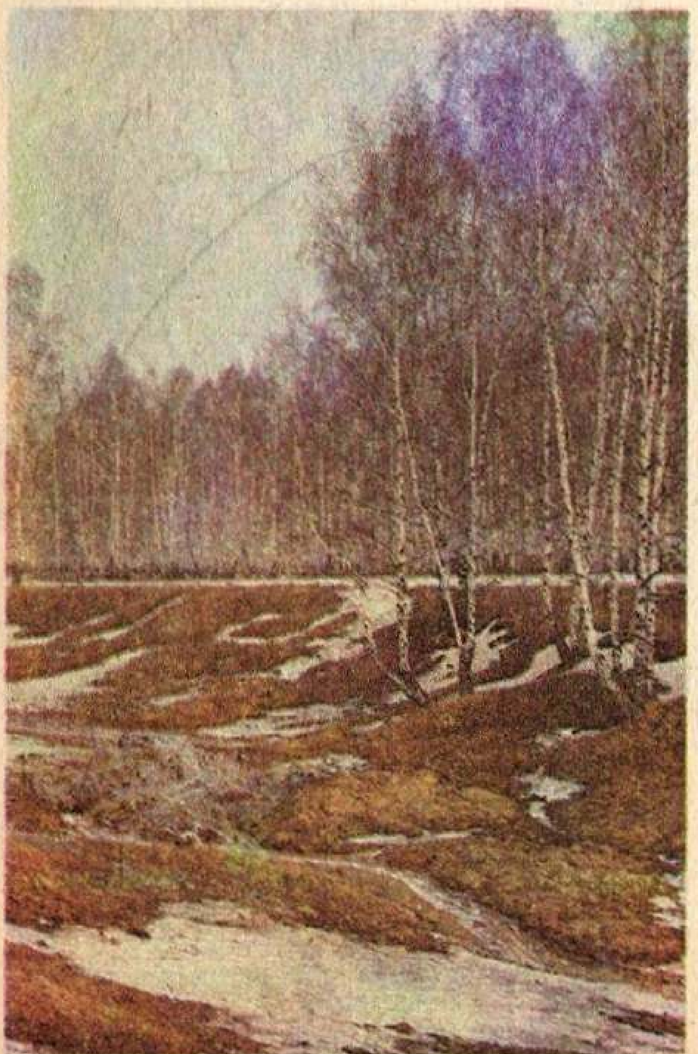
Алар раса аерымлыкларын төр һәм хәтта ыруг аерымлыгы итеп карыйлар. Расаларның килеп чыгу бердәмлеген танымыйлар, һәр раса үзенең борынгы бабасыннан килеп чыккан һәм башкалар белән аның кардәшлеге юк, диләр. Теләсә кайсы раса вәкилләре арасында да аларның үз расасы гына башкалардан өстен тора дип исбатларга маташучылар бар.

Расаларны «югары» һәм «түбән» расаларга бүлү турындагы теория империалистик сугышларны, колониаль политиканы һәм раса дискриминациясен аклауга юнәлтелгән.

Расачылар теориясенә социал-дарвинизм, кешелек җәмгыятендә дә яшәү өчен көрәш һәм табигый сайланыш законнарының көче турындагы фәнни булмаган реакцион теория килеп кушыла.

Социал-дарвинистлар, хәзерге капитализм биологик яктан өстенрәк кешеләрнең табигый сайланышы өчен бөтен мөмкинлекләрне тудыра, дип саныйлар. Алар карашынча, социаль тигезсезлек һәм җәмгыятьнең сыйныфларга бүленгән булуы — табигый сайланыш контроленә эләккән кешеләрнең биологик тигезсезлек нәтиҗәсе ул. Бу ялган теориянең дарвинизм белән бернинди уртаклыгы юклыгын һәм капиталистик җәмгыятьне акларга маташу гына икәнлеген аңлавы кыен түгел.

1. Барлык кеше расаларының бер төргә керүен күрсәткән нинди дәлилләр китерергә мөмкин? 2. «Расачылык теориясе» нәрсә ул һәм аның реакцион асылы нәрсәдән гыйбарәт? 3. Социал-дарвинизмның идеологик асылы нәрсәдән гыйбарәт, һәм ул кемгә хезмәт итә? 4. Газета хәбәрләреннән, радио һәм телевидение тапшыруларыннан үзегезгә билгеле булган расачылык һәм социал-дарвинизм чагылышы фактларын китерегез.

IV бүлек

Экология нигезләре

19. Экологиянең бурычлары. Экологик факторлар һәм аларның үзара бәйләнеше. Математик модельләштерү.

Экологиянең бурычлары. Безне чолгап алган табигать — ул тереклек ияләренең тәртипсез һәм очраклы җыелмасы түгел, бәлки органик дөнья эволюциясе барышында формалашкан тотрыклы һәм оешкан система. Бу системада һәр төрнең үз урыны бар. *Экология* тере организмнарны, аерым затлар буларак та, шулай ук популяцияләрнең һәм бергәлекләрнең вәкилләре буларак та, алар тереклек иткән тирәлек белән үзара бәйләнештә өйрәнә.

Экологиянең бурычы — организмнар һәм аларның популяцияләренең тирәлек белән үзара мөнәсәбәтләрен, тирәлекнең организм төзелешенә, аның тереклек эшчәнлегенә һәм үз-үзен тотышына йогынтысын өйрәнү, тирәлек белән андагы популяцияләр саны арасындагы бәйлелекне ачыклау. Экология бергәлектәге төрле төрләрнең популяцияләре арасындагы һәм популяцияләр белән тышкы факторлар арасындагы мөнәсәбәтләрне, төрләрнең таралып урнашуына, бергәлекләрнең үсешенә һәм алмашуына бу факторларның йогынтысын тикшерә. Шулай ук популяцияләрдәге яшәү өчен көрәшне һәм табигый сайланыш юнәлешләрен өйрәнү дә экологиянең бурычы булып тора. Популяцияләрдәге процессларны өйрәнгәнлектән, экология эволюцион тәгълимат белән, бигрәк тә микроэволюция проблемалары белән аерылгысыз бәйләнгән.

Халык хуҗалыгының төрле тармакларының үсеше өчен экологиянең әһәмияте зур. Экологик белемнәрне куллануның иң әһәмиятле өлкәләре — табигатьне саклау, авыл хуҗалыгы, промышленностьның кайбер тармаклары (мәсәлән, калдыксыз эшләү

◀ **Табигатьтәге сезонлы периодлылык.**

технологиясен булдыру). Экология халык хуҗалыгының төрле тармакларын үстерүдә төп теоретик нигез булып хезмәт итә.

Экологик факторлар. Табигый тирәлек (мохит) төшенчәсенә терек һәм терек булмаган табигатьнең организм, популяция һәм табигый бергәлек яши торган барлык шартлары керә. Табигый тирәлек аларның торыш-халәтенә һәм үзлекләренә турыдан-туры яки читләтеп йогынты ясый. Организмның, популяция яисә табигый бергәлекнең халәтенә һәм үзекләренә йогынты ясаучы табигый тирәлек компонентларын *экологик факторлар* дип атыйлар. Аларны табигатьләре ягыннан төрле булган өч төркемгә аерып йөртәләр:

абиотик факторлар — терек булмаган табигатьнең барлык компонентлары; алар арасында иң әһәмиятлеләре — яктылык, температура, дымлылык һәм климатның башка компонентлары, шулай ук су, һава, туфрак тирәлегенең составы;

биотик факторлар — популяциядәге төрле затлар һәм табигый бергәлекләрдәге популяцияләр арасында үзара бәйләнешләр;

антропоген фактор — кешенең күптөрле бөтен эшчәнлеге; бу эшчәнлек барлык тере организмнар өчен яшәү тирәлеге булган табигатьнең үзгәрүенә китерә яисә организмнарның яшәү рәвешендә турыдан-туры чагыла.

Төрле экологик факторлар, мәсәлән, температура, дымлылык, азык һәрбер затка тәэсир итә. Моңа җавап рәвешендә организмнар табигый сайланыш аша әлеге факторларга төрлечә җайлашалар. Факторларның тереклек эшчәнлеге өчен иң уңай интенсивлыгын оптималь интенсивлык яки оптимум дип атыйлар.

Һәрбер төр өчен теге яки бу факторның оптималь кыйммәте төрлечә. Теге яки бу факторга мөнәсәбәтенә бәйле рәвештә, төрләр җылы яки салкын яратучан (фил һәм ак аю), дым яки корылыкны яратучан (юкә һәм саксаул), суның күп яисә аз тозлы булуына һ. б. җайлашкан булырга мөмкин.

Факторларның организмга тәэсире. Чикләүче фактор. Организмның тирәлек факторларының берсенә карата оптимумы һәм чыдамлылык чикләре тирәлектәге башка факторларның ни дәрәҗәдә булуына да бәйле. Мәсәлән, организмның тереклек өчен уңайсыз булган кирәгеннән артык дымлылыкка һәм азык җитешмәүгә чыдамлылыгы оптималь температурада арта. Икенче яктан, азыкның мул булуы организмның климат шартлары үзгәрүгә чыдамлылыгын арттыра. Әмма мондый үзара компенсация

һәрвакыт чикләнгән була һәм тереклек өчен кирәкле факторларның берсе дә икенчесе белән алыштырыла алмый.

Факторларның кайсысы төр өчен оптималь булган зурлыктан күбрәк тайпылса, төрнең үз затларын үрчетүгә, башка төрләр белән конкуренциягә сәләте шул фактор белән чикләнәчәк. Әгәр факторлардан берәрсенең генә булса да микъдари зурлыгы чыдамлылык чикләреннән ашып китсә, башка шартлар никадәр генә уңайлы булмасын, төр яши алмый. Максимум яки минимум чикләреннән ашкан шундый факторларны *чикләүче факторлар* дип атыйлар. Мәсәлән, күпчелек хайваннарның һәм үсемлекләрнең төньякка таба таралуын гадәттә җылы җитмәү чикли, ә көньякта исә дым яки тиешле азык җитешмәү шул ук төрләр өчен чикләүче фактор булырга мөмкин.

Прогнозлау һәм модельләштерү. Экосистемалардагы (табигый бергәлекләрдәге) үзара мөнәсәбәтләрне өйрәнү өчен төрле методлардан файдаланалар. Болар — эксперимент, табигатьтә озак күзәтүләр, популяцияләрдәге затлар санын билгеләү, хайваннарның миграциясен күзәтү һ. б.

Терек табигатьне тагын да тулырак һәм тирәнрәк танып белү өчен шулай ук модельләштерүдән (ясалма экологик система төзүдән) киң файдаланалар. Бу очракта исә тупланган мәгълүматларны математик ысул белән эшкәртү (математик модельләштерү) кулланыла. Модельләштерү методлары, әгәр алар табигатьтә бара торган процессларны дөрес чагылдырсалар, теге яки бу экосистеманың киләчәктә нинди юнәлешләрдә үсәчәген алдан әйтеп бирергә, ягъни прогнозларга мөмкинлек бирәләр. Моның исә күпчелек биогеоценозлар (урман, болын, сазлык, күл) өчен зур практик әһәмияте бар. Алынган мәгълүматларны математик эшкәрткәндә хисаплау эшләре ЭВМда башкарыла.

Модельләштерү һәм экологик прогнозлауның нигезендә катлаулы экосистемаларны бер-берсе белән төрле дәрәҗәдәге функциональ бәйләнештә торган гадирәк аерым компонентларга (кече системаларга) бүлү принцибы ята. Мәсәлән, сулык системасында балыкларны, фитопланктон, зоопланктонны, су төбендә яшәүче хайваннар һәм үсемлекләрне (бентос) аерып күрсәтергә мөмкин.

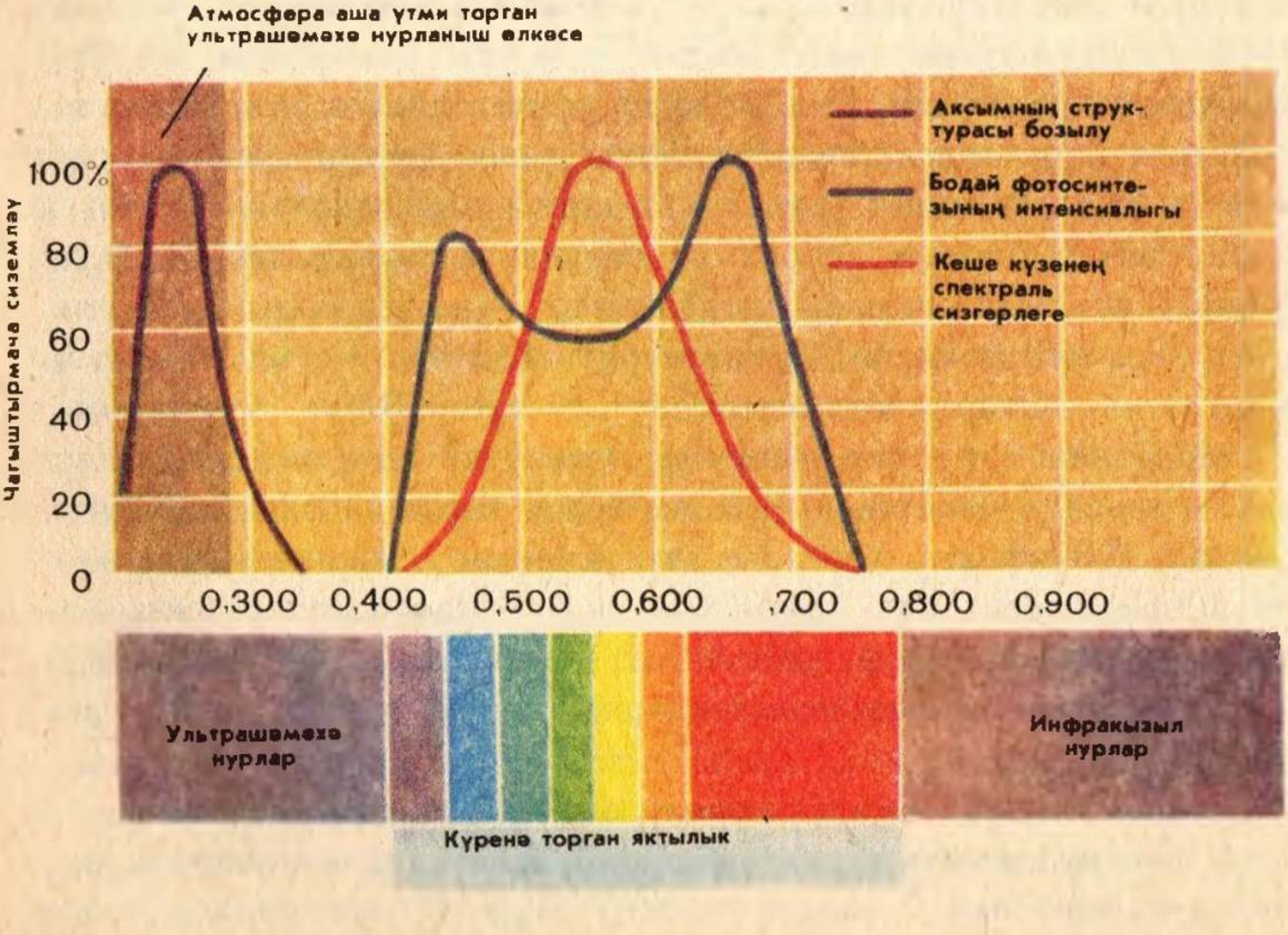
Сулык экосистемасын тикшергәндә модель итеп еш кына аквариумны кулланалар, аңа табигый экосистемадан алынган төрле компонентларны урнаштыралар һәм алар арасындагы үзара мөнәсәбәтләрне өйрәнәләр.

Экосистеманы модельләштерү методлары хәзерге вакытта экологиядә көннән-көн киңрәк кулланыла. Алар экосистемада бара торган процессларны прогнозлауда һәм биосфераны пычратучы антропоген факторларның биосферага тәэсирен ачыклауда киң перспективалар ачалар.

1. Экологиянең төп бурычларын ачыклап бирегез. 2. Сез нинди экологик факторларны беләсез? 3. Факторларның нинди интенсивлыгын оптималь дип атыйлар? 4. Чикләүче фактор нәрсә ул? Җирле шартларга хас булган чикләүче факторга мисаллар китерегез.

20. Тирәлекнең төп абиотик факторлары һәм терек табигать өчен аларның әһәмияте

Коры җирдәге үсемлек һәм хайваннарның тереклеге өчен тирәлек компонентларыннан яктылык, температура һәм дымлылык аеруча әһәмиятле. Бу факторларның мөһим үзенчәлеге — аларның ел дәвамында һәм тәүлек эчендә, шулай ук географик



33. Кояш нурлары спектрындагы төрле участокларның биологик тәэсире.

зоналылыкка бәйле рәвештә закончалыклы тәртиптә үзгәреп торуында. Шуңа күрә аларга җайлашулар да зоналы һәм сезонлы характерда була.

Яктылык. Кояш нурлары Җир йөзендә бара торган барлык процесслар өчен төп энергия чыганагы булып хезмәт итә.

Кояш нурлары спектрында биологик тәэсирләре ягыннан төрле булган өч өлкә аерылып тора: ультрамиләүшә, күзгә күренә торган һәм инфракызыл өлкәләр [33].

Дулкын озынлыгы 0,290 мкм дан ким булган *ультрамиләүшә нурлар* барлык тереклек ияләре өчен һәлакәтле. Бу кыска дулкынлы нурларны атмосфераның озон катлавы тоткарлап калганга күрә генә Җирдә тереклек бар. Җир өстенә озынрак (0,300—0,400 мкм) ультрамиләүшә нурларның да бик аз өлеше генә килеп җитә. Аларның химик активлыгы югары, һәм зур дозаларда бу нурлар тере күзәнәкләрне зарарларга мөмкин. Аз дозадагы ультрамиләүшә нурлар кеше һәм хайваннарның тереклеге өчен кирәк.

Дулкын озынлыгы 0,400 дән алып 0,750 мкм га кадәр булган *күзгә күренүчән нурларның* (Җир өстенә килеп җитә торган кояш нурлары энергиясенең күп өлеше шушы нурларга туры килә) организм өчен әһәмияте аеруча зур. Яшел үсемлекләр спектрның нәкъ менә шушы өлешендәге энергия исәбенә органик матдә һәм, димәк, барлык башка организмнар өчен азык синтезлыйлар. Кайбер хайваннар һәм хлорофиллсыз үсемлекләрнең тереклеге өчен яктылык булу мәҗбүри шарт түгел, һәм аларның туфракта, тау куышларында һәм тирән сулардагы күп кенә төрләре караңгыда яшәүгә җайлашкан.

Дулкын озынлыгы 0,750 мкм дан артыграк булган *инфракызыл нурлар* кеше күзенә күренми, ләкин алар эчке энергиянең төп чыганагы булып тора. Туры төшә торган кояш яктысында алар аеруча күп.

Җир әйләнеп тору сәбәпле, табигатьтәге яктылык шартларына тәүлек дәвамында һәм ел сезоннарында ачык беленеп торган периодлылык хас. Яктыртылуның тәүлеклек ритмына бәйле рәвештә, хайваннар көндез һәм төнлә тереклек итүгә җайлашкан.

Температура. Организмда бара торган барлык химик процесслар тышкы һәм эчке температурага бәйле. Тәннең даими температурасын саклый алмый торган организмнарда, ягъни барлык үсемлекләрдә һәм, кошлар белән имезүчеләрдән кала, хайван-

нарның күбесендә тышкы температурага бәйлелек аеруча ачык күренә.

Коры җир үсемлекләре һәм хайваннарының күпчелеге актив тереклек эшчәнлеге вакытында тискәре температурага чыдый алмый, һәлак була.

Тереклекнең югары температура чиге төрле төр организмнар өчен төрлечә, ләкин бик сирәк очракта гына 40—45° С тан югары була. Тагын да югарырак температурада тереклек итүгә бик аз төрләр генә җайлашкан.

Оптималь температура моңа кадәрге эволюция дәвамында барган табигый сайланыш нәтиҗәсендә төрнең нинди тереклек шартларына җайлашкан булуына бәйле.

Үзләре яши торган тирәлектәге температураның күтәрелүе тән температурасы даими булмаган организмнарда физиологик процессларның (матдәләр алмашы, үсү һәм үсеш һ. б.) тизләшүенә китерә. Шуңа күрә билгеле бер чиккә җиткәнче температура югарырак булса, аерым стадияләрнең яки бөтен тереклек циклының үсеше өчен кирәкле вакыт шулкадәр азрак була.

Эволюция процессында кошларда һәм имезүчеләрдә үз тәннәрендәге даими температураны саклау, ягъни терморегуляция сәләте барлыкка килгән. Мондый әһәмиятле җайлашу югары төзелешле хайваннарның тирәлектәге җылылык шартларыннан бәйсезлеген — төрле температураларда актив тереклек итү сәләтләрен тәэмин иткән. Кошларның күпчелегендә — тән температурасы 40° С тан югарырак, ә имезүчеләрдә берникадәр түбәнрәк була һәм тирәлектәге температура үзгәрешләренә бәйсез рәвештә даими дәрәҗәдә саклана.

Дымлылык. Күзәнәкнең, тулаем организмның тереклек эшчәнлегендә суның роле гаять зур. Су микъдарын даими рәвештә тиешле дәрәҗәдә саклау теләсә кайсы организмның төп физиологик функцияләреннән берсен тәшкил итә.

Коры җир организмнары өчен дымлылыкның экологик фактор буларак роле ел дәвамында явым-төшемнең (шуңа бәйле рәвештә һаваның да, туфракның да дымлылыгы) бар җирдә дә бертигез булмавыннан килә. Коры җир хайваннары һәм үсемлекләренең күпчелеге дым ярата. Шунлыктан дымның җитәрлек булмавы еш кына аларның тереклек эшчәнлеген һәм киң таралуын чикли торган сәбәпкә әйләнә.

Эволюция процессында организмнарның дым табуга һәм аны экономияле тотуга (чүл, ярым чүл, корылыклы дала үсемлеклә-

рен һәм хайваннарын искә төшерегез), елның коры вакытын тынлык халәтендә уздыруга төрлечә җайлашулары формалашкан. Мәсәлән, күпьеллык чүл үсемлекләренең тамырлары нык үскән, кайчак дымлы катлауга ук барып җитәрлек озын (мәсәлән, дөя чәнечкесендә ул 16 м га җитә) яки гаять тармакланган була.

Чүлләрдәге хайваннарның күпчелеге сусыз да яши ала; кимерүчеләр, бөҗәкләр һәм башка вак хайваннар өчен дым чыганагы булып азык хезмәт итә. Кайбер хайваннар организмында су оксидлашу реакцияләре нәтиҗәсендә хасил була. Шунлыктан чүлләрдәге тереклек ияләренең күпчелегенә хас булган гаять мул май катлавы, мәсәлән дөянең өркәчләре, кимерүчеләрнең тире астындагы май катламы, организмдагы үзенә бертөрле су резервы булып хезмәт итә. Хайваннарда тән япмасының аз үткәрүчән булуы да суны парга әйләнүдән саклый.

Алмашынып торучан корылык шартларында яшәүче үсемлек һәм хайваннарның күпчелегендә дым җитмәүгә башка типтагы җайлашулар күзәтелә. Аларда вакытлыча тынлык халәте башлана. Бу вакыт үсү һәм үсеш тоткарлана, алмашу процессы бик нык сүлпәнләнә. Кайбер кимерүчеләр һәм ташбакалар чүлдә үсемлекләрне көйдереп бетерә торган бик эссе, корылыклы чор башлану белән җәйге йокыга тала.

Җәйге тынлык чорында еш кына очракларда күпьеллык үсемлекләрнең яфраклары коела яисә җир өсте өлешләре бөтенләй корый, мондый хәл чүл үсемлекләренең күбесендә күзәтелә.

! 1. Табигый тирәлектәге яктылык, дым, температураның организм өчен нинди әһәмияте бар? 2. Ультрамиләүшә, күзгә күренүчән һәм инфракызыл нурларның организмга биологик тәэсире нәрсәдә чагыла?

21. Организмнарның табигатьтәге сезонлы үзгәрешләргә җайлашуы. Фотопериодизм

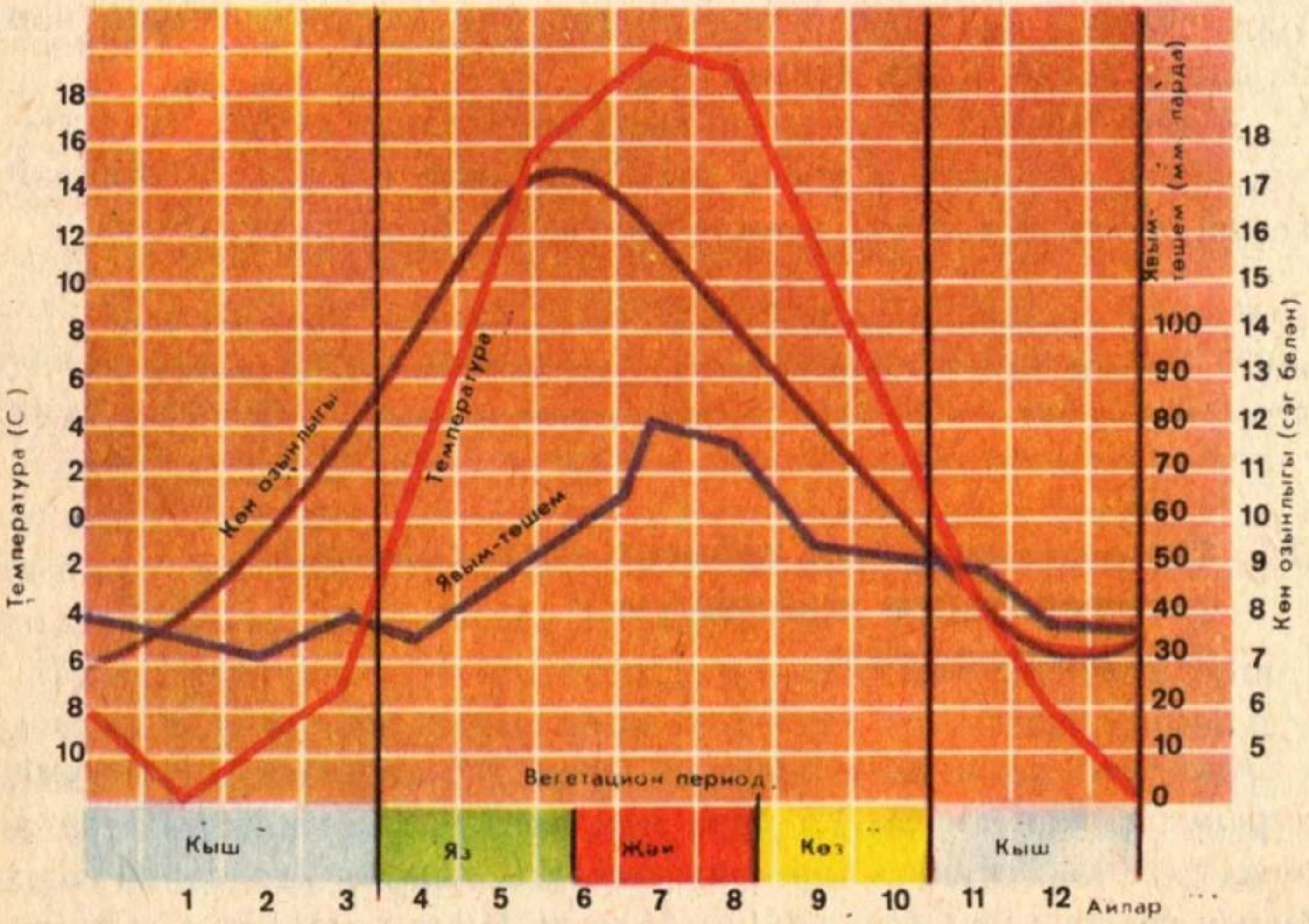
Сезонлы алмашынучанлык — терек табигатьтәге иң гомуми күренешләрнең берсе. Ул урта һәм төньяк киңлекләрдә аеруча ачык сизелә. Организмнар дөньясындагы тыштан караганда гади булып тоелган һәм безгә яхшы билгеле булган сезонлы күренешләрнең нигезендә ритмлы характердагы катлаулы җайлашу реакцияләре ята. Бу реакцияләр әле күптән түгел генә диярлек ачыкланды.

Табигатьтә сезонлылык. Моңа мисал итеп, илебезнең үзәк районнарындагы сезонлы алмашынучанлыкны карап китик .

Монда үсемлек һәм хайваннар өчен иң әһәмиятлесе — температураның еллык үзгәреше. Тереклек өчен уңай чор алты айлап дәвам итә.

Кар эри башлауга, яз билгеләре күренә. Кайбер тал, зирек һәм чикләвек куаклары, яфрак ярганчы ук, чәчәк ата башлыйлар; кардан арына башлаган урыннарда кар астыннан ук беренче язгы үсемлекләр борын төртә; күчмә кошлар очып кайта; кышлап чыккан бөҗәкләр күренә башлый.

Җәй уртасында, температураның уңай, явым-төшемнең күп булуына карамастан, күпчелек үсемлекләрнең үсүе акрыная яки бөтенләй туктала. Чәчәк ата торган үсемлекләр саны кими. Кошларның бала чыгаруы тәмамлана. Ә җәйнең икенче яртысы һәм көз башы — үсемлекләрнең күпчелегендә җимеш һәм орлык өлгерү, тукымаларында туклыклы матдәләр туплану чоры. Бу вакытта инде кышка хәзерләнү билгеләре сизелә. Кошлар һәм имезүче-



34. Мәскәү тирәсендә көн озынлыгының, температура һәм явым-төшем күләменең сезонлы үзгәрүләре.

ләрнең көзге йон коюлары күзәтелә, күчмә кошлар төркем-төркем булып җыйнала башлый.

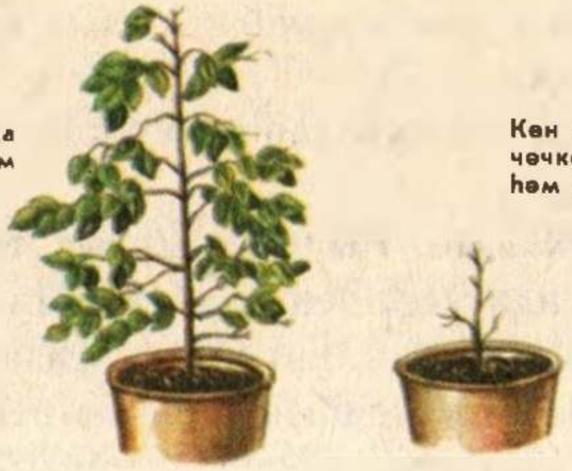
Ныклы салкыннар башланганчы ук әле табигатьтә кышкы тынлык чоры урнаша.

Кышкы тынлык халәте. Кышкы тынлык температураның түбән булуы нәтиҗәсендә үсешнең гади тукталып торуы гына түгел, бәлки организмның бик катлаулы физиологик җайлашуы ул. Һәр төрнең бу халәте үсешнең билгеле бер стадиясендә генә була. Мәсәлән, төренә карап, үсемлекләрнең орлыклары, шулай ук тынлык халәтендәге бөреләре булган җир өсте һәм җир асты өлешләре, ә кайбер үләнчел үсемлекләрнең тамыр яны яфраклары кышлый. Бөҗәкләрдә кышкы тынлык үсешенең төрле стадияләрендә була. Мәсәлән, бизгәк озынборыны һәм кычыткан күбәләге — үсеп җиткән бөҗәк стадиясендә, кәбестә күбәләге — курчак стадиясендә, парсыз ефәк күбәләге йомырка стадиясендә кышлый.

Үсемлек һәм хайваннарның кышлау стадияләрендә күп кенә охшаш физиологик үзенчәлекләр бар. Бу чорда матдәләр алмашы шактый сүлпәнләнә. Кышкы тынлыкка талган организм тукымаларында туклыклы матдәләр запасы, бигрәк тә май һәм углеводлар күп була, матдәләр алмашының әкренәйгән процесслары кышкы чорда шулар исәбенә дәвам итә. Гадәттә үсемлекләрнең тукымаларындагы, бигрәк тә орлыклары һәм кышкы бөреләрендәге су кими. Барлык шушы үзенчәлекләр аркасында тынлык стадияләрендәге организмнар озакка сузылган кышкы кырыс шартларны кичерә алалар.

Биологик ритмнарның сәбәпләре. Фотопериодизм. Эволюция процессында интенсив үсү һәм үсеш, үрчү, кышка хәзерләнү һәм кышлауның һәрбер төр өчен характерлы еллык циклы булдырылган. Бу күренеш *биологик ритм* дип йөртелә. Тереклек циклындагы һәр периодның елның билгеле бер вакытына туры килүе төрнең яшәве өчен хәлиткеч әһәмияткә ия.

Организмдагы барлык физиологик күренешләрнең сезонга карап температура үзгәреше белән бәйләнгән булуы аеруча ачык күренә. Ләкин температура тереклек процессларының тизлегенә йогынты ясаса да, табигатьтәге сезонлы күренешләрне төп көйләүче ул түгел. Кышка хәзерлекнең биологик процесслары җәйдән, температура шактый югары чакта ук башлана. Бөҗәкләр, әле югары температура саклануга карамастан, кышлау халәтенә күчәләр, кошлар йоннарын коя башлый һәм аларда очып китү



35. Каен чәчкеннәре үсешенә көн озынлыгының тәэсире.

омтылышы барлыкка килә. Димәк, организмның сезонлы халәтенә температура түгел, ә ниндидер башка шартлар тәэсир итә.

Үсемлек һәм хайваннарның күпчелегенең сезонлылык циклларын көйләүдә көн озынлыгының үзгәрүе төп фактор булып тора. Организмнарның көн озынлыгына реакциясе *фотопериодизм* дип атала. Фотопериодизмның әһәмияте 35 рәсемдә сурәтләнгән тәҗрибәдән дә күренә. Тәүлек буена ясалма рәвештә яктыртып торганда яки көн озынлыгы 15 сәгатьтән артык булганда, каен чәчкеннәре өзлексез үсә, яфраклары коелмый. Ләкин яктылык тәүлегенә 10—12 сәгать булганда, чәчкеннәр хәтта җәй көне дә үсүдән туктый, озакламый яфраклары коела һәм, көзге кыска көн тәэсире нәтиҗәсендә булган шикелле үк, кышкы тынлык башлана. Яфракларын коючы безнең күп кенә агачлар: тал, ак акация, имән, күк агач, бүк, көннәр гел озын булса, мәңге яшел агачка әйләнәләр.

Көн озынлыгы үсемлекләрдә кышкы тынлык башлануын гына түгел, бәлки башка сезонлы күренешләрне дә билгели. Мәсәлән, озын көн бездәге кыргый үсемлекләрнең күпчелегенең чәчәк атуына булышлык итә. Мондый үсемлекләрне озын көн үсемлекләре дип атыйлар. Аларга культуралы үсемлекләрдән арыш, солы, бодай белән арпаның күпчелек сортлары һәм җитен керә. Ләкин кайбер үсемлекләргә, башлыча хризантема, георгин кебек көньяк гөлләренә, чәчәк ату өчен кыска көн кирәк. Шунлыктан бездә алар җәй ахырында яки көз көне генә чәчәк аталар. Мондый типтагы үсемлекләрне кыска көн үсемлекләре дип атыйлар.

Көн озынлыгының йогынтысы хайваннарда да бик нык сизелә. Бөҗәкләр һәм талпаннарда кышкы тынлык башлану көн озынлыгына бәйләнгән. Мәсәлән, кәбестә күбәләге гусеницасын озын

(15 сәгатьтән артык) көн шартларында тотканда, озакламый курчаклардан күбәләкләр чыга һәм өзлексез рәвештә бер-бер артлы яңа буыннар үсә. Ләкин гусеницаларны көн озынлыгы 14 сәгатьтән кыскарак шартларда тотсаң, хәтта язын һәм җәен дә алар кышлаучы курчакларга әвереләләр һәм югары температура шартларында да берничә ай буе үсми торалар. Менә шундый реакция табигатьтә җәй көне, көн озын чакта, бөҗәкләрнең ни өчен берничә буыны үсеп чыгуын, ә көз җиткәч, үсешнең, һәрвакыт, кышлый торган стадиядә тукталып калуын аңлатып бирә.

Язын озая баручы көн кошларның күпчелегендә җенес бизләренең үсешенә һәм оялау инстинкты туугa сәбәп була. Ә көзге көн кыскару мамык алмаштыру, май запасы туплануга китерә һәм очып китүгә омтылыш тудыра.

Көн озынлыгы биологик процессларның юнәлешен билгеләүче сигнал фактор булып тора. Ни өчен нәкъ менә көн озынлыгының сезонлы үзгәрүләре тере организмнар тормышында шундый зур әһәмиятле урын алган соң?

Көннең озынлыгы үзгәрү температураның еллык үзгәреше белән һәрвакыт нык бәйләнештә була. Шунлыктан көннең озынлыгы температура һәм башка шартларның сезонлы үзгәрешләрен төгәл астрономик хәбәр итүче булып тора. Бу исә уртача киңлекләрдә яшәүче организмнарның гаять күп төрле төркемнәрендә, эволюциянең этәргеч көчләре тәэсирендә, ни өчен махсус фотопериодик реакцияләр — елның төрле вакытларында климат үзгәрүенә җайлашулар формалашуын аңлата.

Фотопериодизм — ул төрледән-төрле организмнарда сезонлы күренешләрне көйли торган гомуми мөһим җайлашу.

«Биологик сәгать». Үсемлекләрдә һәм хайваннарда фотопериодизм күренешен өйрәнү организмнарның яктылыкка реакциясе яктылык һәм караңгылыкның тәүлектә билгеле бер дәвамлылык белән чиратлашуына бәйле булуын күрсәтте. Организмнарның көн һәм төн озынлыгына реакциясе аларның вакытны үлчәргә сәләтле икәнлеген, ягъни нindидер «биологик сәгать»кә ия булуларын күрсәтә. Бер күзәнәклелрдән башлап кешегәчә барлык төр тереклек ияләре вакытны үлчәү сәләтенә ия.

«Биологик сәгать», сезонлы циклардан башка тагын күп кенә күренешләрне идарә итә; андый күренешләрнең табигате күптән түгел генә әле билгесез иде. Алар бөтен бер организмнар активлыгының да, хәтта күзәнәктә бара торган процессларның,

аерым алганда күзәнәк бүленү процессының да, тәүлеклек дөрес ритмын билгелиләр.

Хайван һәм үсемлекләрнең сезонлы үсешен идарә итү. Сезонлы күренешләрне көйләүдә көн озынлыгының ролен ачыклау организмнарның үсешен идарә итү өчен зур мөмкинлекләр ача. Яшелчә һәм декоратив үсемлекләрне ясалма яктылыкта ел буе үстерү, чәчәкләрне кышын яисә яз көне иртәрәк аттыру, үрентеләрне тизрәк үстерү өчен үсешне идарә итүнең төрле алымнарын кулланалар. Чәчү алдыннан орлыкларны суыкта чыныктыру юлы белән яз көне чәчелгән уҗым культураларының башаклануына, шулай ук күп кенә икееллык үсемлекләрнең беренче елда ук чәчәк атып җимеш бирүенә ирешәләр. Көн озынлыгын ясалма озынайтып, кошчылык фермаларында кошларның йомырка салуын шактый арттырып була.

1. Үсемлек һәм хайваннарның кышкы шартларны кичерүгә җайлашулары нидән гыйбарәт? 2. Кышлаучы үсемлек һәм хайваннарда матдәләр алмашы ничек үзгәрә? 3. Үсемлек һәм хайваннардагы фотопериодизмга мисаллар китерегез. 4. Биологик ритмның сәбәпләре нинди? 5. «Биологик сәгать» турында нәрсәләр беләсез һәм аның нинди күренешләрен күзәткәнегез бар?

22. Төр һәм популяция — аларга экологик характеристика

Төр — экологик берәмлек. Төрләр бер-берсеннән зурлыклары, аерым затларның төсләре, аларда бара торган физиологик процесслар, яшәү тирәлеге, үзләрен тотышлары һәм башка бик күп билгеләре белән аерылалар. Төрнең критерийларын һәм билгеләмәсен исегезгә төшерегез әле (16 бит).

Эволюция процессында һәр төрнең билгеле бер тирәлеккә җайлашуы формалашкан. Мәсәлән, Арктика кошлары һәм имезүчеләре ак төстә була, алар түбән температура шартларында яшәүгә җайлашкан. Чүлдә яшәүчеләрнең төсе саргылт-соры, алар югары температурага, дым җитмәүгә төрлечә җайлашканнар. Зур ареал эчендә кайбер үзгәлекләр булса да, мондый җайлашулар төрнең барлык затларына хас.

Төрләр еш кына зур ареалда, әмма тигез таралып түгел, бәлки группалап — популяцияләп урнашалар. Һәр популяция

билгеле бер шартларда яши. Шуңа күрә берничә популяциядән торган төр, шартлар төрле булуга карамастан, шактый зур ареалны били. Ләкин теләсә кайсы төр — бер генә популяциядән яисә берничә популяциядән торганнары да — бербөтен тәшкил итә.

Төрнең бөтенлеге аның затлары арасында урнашкан бәйләнешләргә кайтып кала. Ата зат белән ана зат арасында, ата-ана белән аларның балалары, көтү, өер, семьядагы затлар арасындагы бәйләнешләрне исегезгә төшерегез. Бу бәйләнешләрнең күптөрлелеге төрнең бөтен бер система булып яшәвен тәэмин итә. Эволюция процессында һәр төрнең затлары арасында үзара җайлашу барлыкка килгән: күп кенә хайваннарның ата-аналары балалары турында кайгырта, төрле сигналлар ярдәмендә затлар үзара аралаша, дошманнарыннан күмәкләшеп саклана һ. б. Бер төрнең башка төрләрдән аерымланган булуы да, аның бөтенлеген тәэмин итә. Белгәнегезчә, төрле төр затлары бер-берсеннән хромосомаларының саны һәм формасы белән аерыла. Бу аларның морфологик һәм физиологик аерымлыкларына сәбәп булып тора һәм шуның аркасында төрле төргә кергән затлар үзара кушыла алмый.

Төрле төр затлары үзгә шартларда яшиләр, аларның үзләренә генә хас билгеләре, үрчү үзенчәлекләре (үрчү урыннары һәм периодлары төрле булу, хайваннарның үз-үзләрен тотышларындагы аерымлыклар) бар. Мәсәлән, ак каен һәм кәрлә каен бер ыругның ике төре. Бу төрләр бер-берсеннән морфологик, экологик һәм башка билгеләре белән аерылалар. Ак каен урманда һәм ачык урыннарда биек булып үсә. Ә кәрлә каен — тәбәнәк, ул мүкле сазлыкларда үсә. Төрле төр затлары кайчан үзара кушылалар да, ләкин аларның төрара гибридлары тереклек итүгә сәләтсез яки үрчемсез була.

Төр җайлашулары кайбер очракларда аның аерым затлары өчен һәлакәтле булса да, гомумән төр өчен файдалы. Мәсәлән, кайбер төр кошлар, оядагы кошчыкларга кысан була башласа, аларның кайберләрен җиргә ташлыйлар. Әлеге кошчыклар гадәттә үләләр, аның каравы ояда калган ныграк һәм тererәк кошчыкларның гомере саклана. Димәк, бу җайлашу гомумән төр өчен файдалы була.

Популяциягә экологик характеристика. Популяцияне төрнең структур берәмлеге һәм эволюция берәмлеге буларак тикшерәләр (18 бит). Һәр популяция андагы затларның билгеле бер санда

булуы, үзгәреп торуы, биләгән мәйданы, затларның яше һәм җенси составы белән характерлана.

Бер төрнең (төрле төрләрнең исә бигрәк тә) аерым популяцияләре биләгән территорияләр зурлыклары ягыннан нык аерылалар һәм бу территория затларның хәрәкәтчәнлек дәрәҗәсенә бәйле. Мәсәлән, житез кәлтәнең бер популяциясе — 0,1 гектардан алып берничә гектарга кадәр, су тычканыныкы — 1 гектардан алып уннарча гектарга кадәр, төньяк боланыныкы исә 100 $км^2$ дан артык мәйдан биләп тора.

Популяциядәге затларның саны төрле төрдә төрлечә булырга мөмкин, әмма ул билгеле бер чиктән түбән була алмый. Юкса чиктән тыш азаю нәтиҗәсендә популяциянең үлеп бетүе ихтимал. Ел вакытына һәм елына карап, популяцияләрдәге затлар саны кискен үзгәрергә мөмкин. Кайбер елларны леммингларның (вак кимерүчеләр), саранча, авыру тудыручы бактерияләр, камкаларның күпләп үрчүе билгеле. Озак яши һәм чагыштырмача аз үрчем бирә торган хайван һәм үсемлек төрләренең популяцияләрендә затлар саны даимирәк була. Бөҗәкләр һәм ачыклыкта үсүче вак үсемлекләр популяцияләрендә затларның саны еш кына йөз меңнәр һәм миллионнар белән исәпләнә. Җитез кәлтә популяцияләрендә кәлтәләр саны йөздән алып берничә меңгә җитә.

Популяциядәге затлар берничә йөздән ким булганда, очраклы сәбәпләр (янгын, су басу, һава шартлары үзгәрү) аркасында затлар саны киму шул дәрәҗәгә җитәргә мөмкин ки, туучылар саны үлүчеләр санын каплый алмаячак дип исәплиләр. Берничә буыннан соң, калган затлар да үлеп бетәчәк.

Популяцияне төрле җенестәге һәм яшьтәге затлар тәшкил итә. Популяциядә җенси өлгергән һәм өлгереп җитмәгән затларның нисбәте төрлечә була һәм ул аларның күпме яшәвенә, җенси өлгерү өчен кирәкле вакытка, үрчү интенсивлыгына бәйле. Популяциядә җенесләр нисбәте, ягъни ата һәм ана затларның саны үзгәреп тора.

Шулай итеп, популяцияләр — төрнең яшәеш формасы һәм ул төрнең конкрет шартларга җайлашуын тәэмин итә.

Популяцияләрдәге затлар санын көйләү. Тереклекнең тегеяки бу төреннән рациональ файдалану өчен, кеше популяциядәге затларның яше һәм җенесе буенча составын, аларның үрчемлелеген һәм яшәүчәнлеген, сан ягыннан үзгәреш сәбәпләрен белергә тиеш. Төрләрне саклау максатында, популяциядәге затлар

санын көйләүнең төрле ысулларыннан файдаланалар. Мәсәлән, аучылык хуҗалыгын дөрес алып бару (ау срокларын һәм урыннарын, лицензияләрне билгеләү) популяцияне яңартуга ярдәм итә. Себер кешен саклау һәм аулауны тәртипкә салу бөтенләй юкка чыгу чигенә җиткән бу җәнлекнең саны артуга китерде.

2—4 яшьлек ата диңгез мәчеләрен тоташ аулау нәтиҗәсендә популяцияләрнең үсеше тукталды, чөнки үрчем олы аталарның кимүен каплый алмады. Бу яшьтәге ата мәчеләр, яңа яткылыклар булдырып, яңа популяцияләргә башлангыч бирсен өчен, аларны резервка калдыра башладылар, ә ау өчен 3—4 айлык ата мәчеләрне файдаландылар. Нәтиҗәдә популяцияләрдәге диңгез мәчеләренең саны элекке дәрәҗәсенә җитте.

Кошларның кайбер төрләрен: кызыл түшле һәм ак яңаклы казаркаларны, тау казын, аккош һәм торналарның барлык төрләрен аулау тыелды. Саклау һәм ау эшен тәртипкә салу нәтиҗәсендә кыр кәҗәләре, пошилар, су кондызы, зубрлар тәмам кырып бетерелүдән саклап калынды.

1. Төрнең бербөтенлеге нәрсәгә бәйле? 2. Популяциягә экологик характеристика бирегез. 3. Популяцияләрдәге затлар санын саклау өчен нинди чаралар кулланыла?

23. Төрләрдән рациональ файдалану һәм аларның күптөрлелеген саклап калу проблемалары

Төрләрнең күптөрлелегенә кеше эшчәнлегенең йогынтысы. Еш кына очракларда кешенең эшчәнлеге күпләгән төрләрнең популяцияләрендәге затлар саны кимүгә сәбәп була. Бу исә затларны чамасыз һәлак итү, мохитнең пычрануы нәтиҗәсендә тереклек шартлары начараю, хайваннарны, бигрәк тә үрчү чорында, борчу, шулай ук ареалның кими баруы һәм башкалар нәтиҗәсендә килеп чыга.

1900 нче елга Җир йөзендә 65 төр имезүче хайван һәм 140 төр кош бөтенләйгә юкка чыккан. Хәзерге көндә умырткалыларның 600 гә якын төре тулысынча кырылып бетү алдында тора (кайбер китлар, мөгезборын, ташбакалар, торналар, дүдәк һәм башка бик күпләр); диңгез сыерлары бөтенләй үлеп бетте. Җирдәге 250 мең төр югары төзелешле үсемлекләрнең $^{1}/_{10}$ е чамасы һәлакәт алдында тора. Себер кедры, тиле наратның Европа һәм

Ерак Көнчыгыштагы төрләре, Кавказда үсә торган тимерагач та сирәк очрыйлар.

Кеше эшчәнлеге организмнарның яңа, еш кына зарарлы формалары барлыкка килүгә һәм үсүгә ярдәм итүче шартлар тудыра. Чүп үләннәрне, авыл хуҗалыгы корткычларын, төрле авырулар кузгатучыларны искә төшерү дә җитә. Сулыкларның промышленность калдыклары, агулы химикатлар, төрле юу средстволары катнашкан юынтык сулар белән пычрануы югары төзелешле организмнарның үлүенә һәм суны тереклек өчен бөтенләй яраксыз итә торган яшькелт-зәңгәр суүсемнәр һәм кайбер микробларның нык үрчүенә китерә.

Төрләрне саклау. Үсемлек һәм хайван төрләрен саклау зарурлыгы сирәк очрый торган һәм бетүгә йөз тоткан төрләрнең башта аерым дәүләтләр, ә аннары бөтендөнья күләмендә җыелма исемлеген төзергә мәҗбүр итте. 1948 нче елдан башлап дәүләт, фәнни һәм иҗтимагый оешмаларның эшен Табигатьне һәм табигый ресурсларны саклау буенча халыкара союз (международный союз охраны природы и природных ресурсов — МСОП) берләштерә һәм аларга юнәлеш бирә. Аның каршында оештырылган сирәк очрый торган һәм бетә баручы төрләр буенча комиссия, фактларга нигезләнеп, «Кызыл китап» бастырып чыгара һәм бөтенләйгә юкка чыккан төрләрнең «кара исемлеге»н төзи.

«Кызыл китап» фактларны дүрт категориягә бүлеп терки: *бетә баручы төрләр* — аларны махсус саклау чаралары күргәндә генә коткарып калырга мөмкин; *сирәк очрый торган төрләр* — затларының аз санлы булуы һәм ареалларының чикләнгәнлеге бу төрләрнең бетүенә китерергә мөмкин; *азая баручы төрләр* — төрдәге затларның саны туктаусыз кими бара; *ачыкланмаган төрләр* — популяцияләренең торышы аз өйрәнелгән. МСОП әлеге дүрт категориягә кергән хайваннар һәм үсемлекләр белән сату итүне чикләү турында халыкара килешү эшләде.

Совет галимнәре МСОП эшчәнлегендә һәм Сирәк очрый торган һәм бетә баручы төрләр буенча халыкара комиссия эшендә якыннан катнашалар, алар төзегән исемлекләрне СССР территориясендә яшәүче төрләр һәм кече төрләр белән тулыландыралар. «СССРның Кызыл китабы» булдырылды.

«Кызыл китап»ка кергән төрләр аеруча нык саклана.

Безнең илебездә төрләрне саклау мәсьәләләренә Бөек Октябрь социалистик революциясеннән соң ук зур игътибар бирелә башлады. 1919 һәм 1922 еллардан ук инде махсус декретлар

һәм карарлар нигезендә кыргый ишәк-коланны, җәйран, ак аю, юлбарыс, барс, су кондызы, зубр, җофар, зур ак чилән, фламинго, гага, барлык аккошлар һәм башка бик күп төрләрне саклау оештырылды. Хәзерге вакытта 18 төр имезүче хайванны һәм кошларның 29 төрен аулау тулысынча тыелган. Су кондызын, кама, сусар, себер кешен, диңгез мәчесен, мәсәлән, лицензия нигезендә генә аулыйлар. Мондый чараларны эзлекле рәвештә үткәрү күп кенә төрләр популяцияләрендәге затларның сан ягыннан кимүен туктатты һәм аларның артуына ярдәм итте. Шулай да, кешенең хуҗалык эшчәнлегенә бәйле рәвештә һәм яшәү урыннары үзгәрү сәбәпле, кайбер төрләрнең саны кимүендә дәвам итә (мәсәлән, бохар боланы, колан, каплан, җофар).

Төрләрне саклап калуда *тыюлыкларның* әһәмияте зур. Тыюлыклар — алар табигый процессларның барышына кеше катнашмый торган территорияләр. Анда табигатьне саклауның һәм бетүгә йөз тоткан төрләрне кабат яңартуның фәнни нигезләре эшләнә. Мәсәлән, Беловеж урманлыгында — зубр, Астрахань тыюлыгында — зур ак челән, Кандалакша тыюлыгында гага саклап калынды.

Төрләрне саклау максатында, шулай ук *милли парклар* да оештырыла. Аларда, фәнни тикшеренүләр алып бару өчен, хайваннарны тулы тынычлыкта яшәтү зоналарын билгелиләр һәм сирәк очрый торган үсемлекләрне киртәләп алалар. Территориянең калган өлешләрендә исә паркны карарга килгән кешеләргә йөрергә рөхсәт ителә. Фәнни тикшеренүләр шулай ук ботаника бакчаларында һәм зоопаркларда да алып барыла, аларда кыргый флора һәм фауна ресурслары өйрәнелә, төрләрне яңа климатка җайлаштыру, биологик белемнәрне тарату һәм кешедә табигать каршында җаваплылык хисе тәрбияләү буенча эш алып барыла.

Төрләрне рациональ файдалану, популяциянең бөтенлеген тәэмин итү өчен, андагы затлар санын (106 бит) идарә итүне күздә тота. Бу исә табигатькә бәйле теләсә кайсы хуҗалыкка кагыла. Урман кискәндә аны кабат торгызу исәпкә алына, балык тоту һәм җәнлек ату популяциянең кабат яңаруын күздә тотып эшләнә.

Промышленностьның яңа технологиягә, ягъни атмосфераны, су һәм туфракны производство калдыклары белән пычратмыйча эшләүгә күчүе табигатьне сакларга ярдәм итә. Промышленность суларын буаларга җыеп чистартуның биологик ысулларын гамәл-

гә кертү, промышленность ташландыкларын үсемлекләргә яраклы туфракка әверелдерү гаять зур әһәмияткә ия. Авыл хуҗалыгы корткычларына каршы көрәштә агулы химикатлардан мөмкин кадәр баш тартып, биологик ысуллардан торган саен киңрәк файдаланалар. Чөнки агулы химикатлар, корткычларны гына бетереп калмыйча, башка хайван һәм үсемлек төрләрен дә юкка чыгаралар һәм шуның белән табигатькә зур зарар китерәләр.

1980 нче елның июнендә СССР Верховный Советы кабул иткән законнар — Атмосфера һавасын саклау турындагы закон һәм Хайваннар дөньясын саклау һәм файдалану турындагы закон — хәзерге һәм киләчәк буыннар интересында Ватаныбызның табигый тирәлегеннән рациональ, фәнгә нигезләнеп, гуманлы файдалануны күздә тота.

! 1. Үсемлек һәм хайван төрләренә кеше эшчәнлегенең тискәре йогынтысына мисаллар китерегез. 2. Табигатьне һәм табигый ресурсларны саклау буенча халыкара союзның (МСОП) эшчәнлеге турында сез нәрсәләр беләсез? 3. СССР Верховный Советы табигатьне саклау турында нинди законнар кабул итте һәм алар нәрсәләр эшләргә мәҗбүр итә? 4. СССРда табигатьне саклау нинди чаралар белән тормышка ашырыла?

24. Экологик системалар

Биогеоценоз. Ботаника һәм зоология курсларыннан белгәнегезчә, табигатьтә үсемлекләр һәм хайваннар очраклы гына таралып урнашмаганнар, алар һәрвакыт чагыштырмача даими, билгеле бер комплексларны — табигый бергәлекләрне тәшкил итәләр. Тереклек шартлары азмы-күпме бертөрлерәк булган территориядә үзара бәйләнештә яшәүче төрләрнең (төрле төрләр популяцияләренең) мондый комплекслары *биогеоценоз* хасил итәләр.

Биогеоценоз терек булмаган табигать факторлары (туфрак, дым, температура һ. б.) белән аерылгысыз бәйләнгән, алар белән бергә тотрыклы система барлыкка китерә. Бу системаның компонентлары арасында матдәләр әйләнеше бара. Һәрбер төрнең сан ягыннан билгеле бер дәрәҗәдә, чагыштырмача даими булуында аның үз-үзен көйләве күренә. Нәкъ менә үзеннән-үзе көйләнә торган шундый тотрыклы системаны академик В. Н. Сукачев биогеоценоз дип атады. Фәнни әдәбиятта мондый системаларны еш кына экологик системалар (экосистемалар) дип йөртәләр.

Биогеоценоздагы популяцияләр арасындагы бәйләнешләрнең

нигезен затларның туклану характеры һәм аларның энергия алу ысуллары билгеле. Туклану ысулларына карап барлык организмнар ике төркемгә — автотрофларга һәм гетеротрофларга — бүленә. Автотрофлар (күбесенчә үсемлекләр) органик матдәләр синтезлау өчен тирәлектәге неорганик кушылмалардан файдаланалар. Гетеротрофлар (хайваннар, кеше, гөмбәләр, бактерияләр) автотрофлар синтезлаган әзер органик матдәләр белән тукланалар. Әгәр организмнарның тереклек эшчәнлеге процессында неорганик кушылмалар запасы яңартылып тормаса, кайсы гына биогеоценозда булмасын, бу запас бик тиз бетәр иде. Сулау, хайван үләксәләре һәм үсемлек калдыклары таркалу нәтиҗәсендә органик матдәләр неорганик кушылмаларга әверелә, бу кушылмалар исә яңадан табигый тирәлеккә кайта һәм аларны автотрофлар яңадан файдалана ала.

Шул рәвешчә, биогеоценозда, организмнарның тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә, атомнарның терек булмаган табигатьтән терек табигатькә һәм киресенчә өзлексез агымы барлыкка килә һәм бу агым матдәләр әйләнешенең йомык чылбырын хасил итә. Матдәләр әйләнеше читтән энергия алынганда гына бара. Энергия чыганагы булып Кояш хезмәт итә. Организмнарның тереклек эшчәнлеге тудырган матдәләр хәрәкәте цикллап уза, һәм бер үк матдә күп тапкырлар файдаланылырга мөмкин. Ә бу процесс барышында энергия агышы бер генә юнәлештә була. Кояш нуры энергиясе биогеоценозда төрле формаларга: химик бәйләнешләр энергиясенә, механик һәм, ниһаять, эчке энергиягә әверелә.

Биогеоценозда матдәләр әйләнеше — тереклек өчен иң кирәкле шарт. Ул тереклек барлыкка килү процессы белән бергә туган һәм терек табигать эволюциясе барышында катлаулана барган. Икенче яктан исә, биогеоценозда матдәләр әйләнеше барсын өчен, экосистемада неорганик матдәләрдән органик матдәләр тудыручы һәм Кояш нуры энергиясен башка төр энергиягә әверелдерүче организмнарның, шулай ук әлеге органик матдәләрне файдаланучы һәм аларны яңадан неорганик матдәләргә әверелдерүче организмнарның булуы зарури.

Биогеоценозларның иң зур күпчелегенең нигезен яшел үсемлекләр — органик матдә барлыкка китерүчеләр (продуцентлар) тәшкил итә. Биогеоценозда, һәрвакыт, үсемлек һәм ит белән тукланучы хайваннар — тере органик матдә белән тукланучылар (консументлар) һәм, ниһаять, органик калдыкларны таркатучылар — башлыча, органик матдәләрне гади минераль кушылма-

36. Азык чылбыры схемасы.

ларгача таркатучы микроорганизмнар (редуцентлар) була. Биогеоценоздагы бу төп өч группаның һәркайсы үзе бик күп төрләрдән тора.

Ләкин автотроф үсемлекләрне эченә алмаган биогеоценозлар, мәсәлән, тирән океан яки тау куышлыклары экосистемалары да бар. Әмма шуларга охшаш типтагы биогеоценозларның барысына да читтән энергия килеп тору мәҗбүри. Бу энергия органик матдәләр рәвешендә алына. Ә мондый матдәләр, гүя, фотосинтез нәтиҗәсендә үсемлекләрдә туплана торган Кояш энергиясен алмаштыра.

Биогеоценозга һәм анда бара торган процессларга характеристика бирү өчен, түбәндәге төп күрсәткечләрне белергә кирәк:

төрләрнең күплеге билгеле бер биогеоценозны тәшкил итә торган үсемлек һәм хайван төрләренең саны;

популяциянең тыгызлыгы — мәйдан яки күләм (мәсәлән, планктон өчен) берәмлегендә әлеге төргә кергән затларның саны;

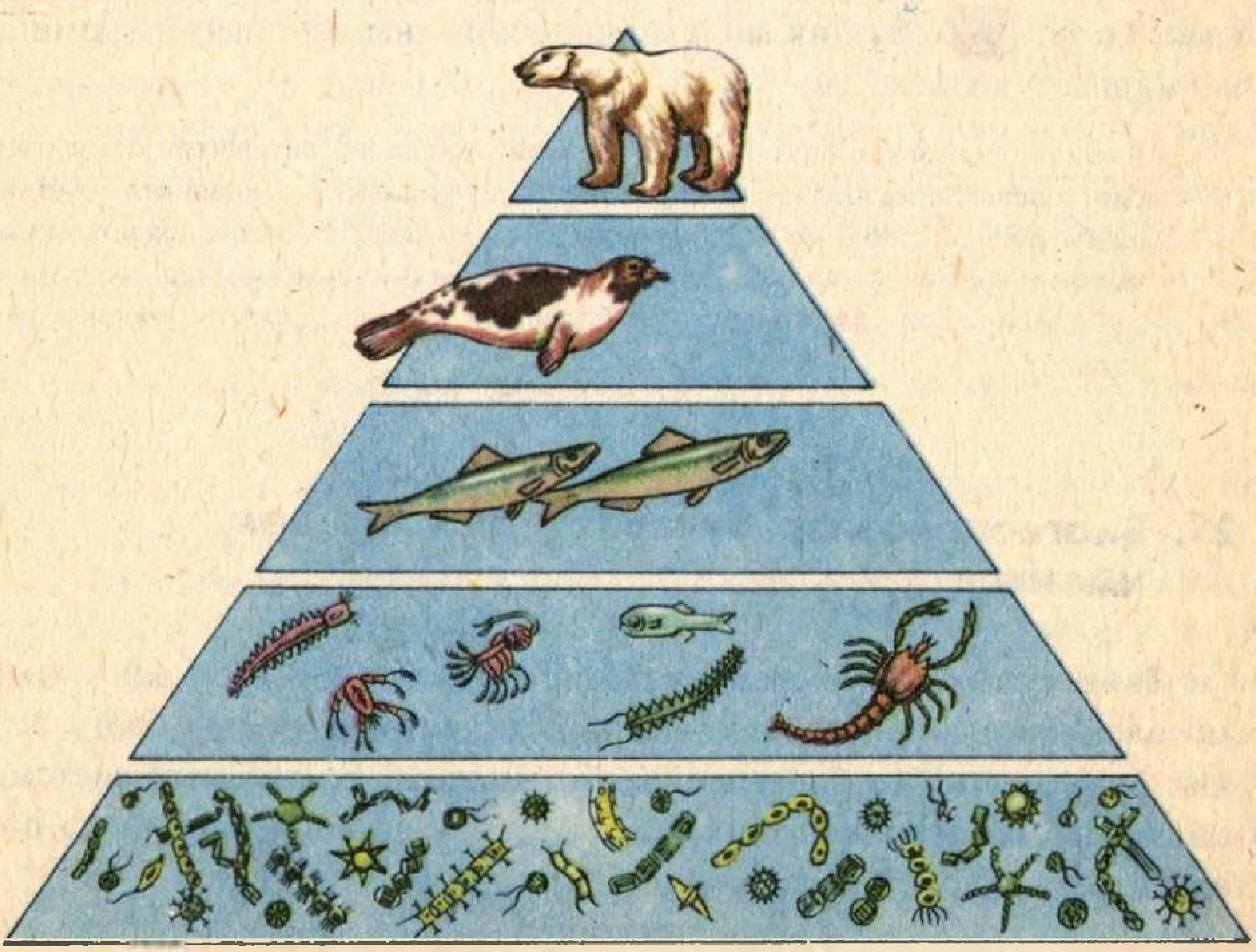
биомасса — барлык затлардагы тулаем органик матдәнең һәм аңарда тупланган энергиянең гомуми күләме. Биомассаны гадәттә масса берәмлекләре ярдәмендә, мәйдан яки күләм берәмлегенә туры килә торган коры матдәгә күчереп исәплиләр.

Азык бәйләнешләре. Һәр аерым төр органик матдәдәге энергиянең бер өлешен генә файдалана. Бу төр өчен яраксыз, ләкин әле энергиягә бай булган башка матдәләрне икенче бер организмнар файдалана. Шулай итеп, эволюция процессында, биогеоценозларда, билгеле бер азык матдәсеннән эзлекле рәвештә берсе артыннан икенчесе материал һәм энергия алып, үзара бәйләнештә яшәүче төрләр чылбырлары формалашкан. Төрле төр затлары арасындагы мондый бәйләнешләр азык бәйләнешләре дип атала.

Азык чылбырларына мисаллар һәркайда очрый. Менә иң гади мисал: үлән белән тукланучы хайваннар үсемлекләрне ашый, ә хайван бүлеп чыгарган калдыклар һәм аларның үләксәләре белән һәртөрле тирес һәм үләксә бөҗәкләре, череткеч бактерияләр туклана. Әмма табигый шартларда азык чылбырлары күбрәк буыннардан тора, чөнки аларда ит белән тукланучы хайваннар— ерткычлар һәм паразитлар да катнаша. Органик калдыклар азык чылбырындагы барлык членнарның тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә барлыкка килә.

Биогеоценозлар бик катлаулы система. Аларда һәрвакыт күп сандагы параллель һәм үзара үрелеп беткән туклану чылбырлары була, ә биогеоценоздагы төрләрнең гомуми саны еш кына йөзәрләп, хәтта меңәрләп исәпләнә. Төрле төрләр һәрвакытта диярлек бер-берсенекеннән аерылып торган берничә төрле азык белән тукланалар һәм үзләре дә экосистеманың берничә членына азык булып хезмәт итәләр. Нәтиҗәдә азык бәйләнешләренең катлаулы челтәре барлыкка килә.

Туклану чылбырларында энергия югалу. Азык чылбырын хасил итүче барлык төрләр яшел үсемлекләр барлыкка китергән ор-



37. Саннарның гадиләштерелгән экологик системасы.

ганик матдә хисабына яши. Бу вакыт туклану процессында энергияне нәтиҗәле файдалану һәм әверелдерүгә бәйләнешле әһәмиятле закончалык эш итә. Аның асылы түбәндәгедән гыйбарәт.

Тулаем алганда, үсемлеккә төшә торган Кояш нуры энергиясенең 1% ы чамасы гына синтезланган органик матдәләрдәге химик бәйләнешләрнең потенциаль энергиясенә әверелә, һәм соңыннан аны, тукланган вакытта, гетеротроф организмнар файдалана ала. Хайван үсемлекне ашагач, азыктагы энергиянең күп өлеше тереклек эшчәнлегенең төрле процессларына тотыла һәм шул чакта, җылылыкка әверелеп, тарала. Азыктагы энергиянең бары 5—20% ы гына хайван тәнендә яңадан төзелгән матдәгә күчә. Әгәр үсемлек белән тукланучы хайванны ерткыч хайван ашаса, азыктагы энергиянең күп өлеше тагын югала. Файдалы энергиянең шундый зур югалулары аркасында азык чылбырлары бик озын була алмый: гадәттә алар 3—5 буыннан (азык дәрәҗәләреннән) тора.

Туклану чылбырының нигезе булып хезмәт итә торган үсемлек матдәсенең микъдары үсемлек белән тукланучы хайваннарның тулаем массасыннан һәрвакыт берничә тапкыр артык була, ә азык чылбырында шуннан соңгы һәр буынның массасы шулай ук кими бара 37. Бу бик мөһим закончалыкны экологик пирамида кагыйдәсе дип атыйлар.

1. Биогеоценозга характеристика бирегез. Мисаллар китерегез. 2. Ни өчен биогеоценозда матдәләр әйләнеше тереклекнең нигезен тәшкил итә? 3. Нинди бәйләнешләрне азык чылбырлары дип атыйлар? Биогеоценоздагы азык чылбырларына мисаллар китерегез. 4. Туклану чылбырында энергияне файдалану һәм әверелдерүгә бәйләнешле нинди экологик закончалык чагыла?

25. Биогеоценозлар буларак сулыклар һәм иманлек

Төче сулыклар биогеоценозы. Теләсә нинди табигый сулык, мәсәлән үзендәге үсемлекләр һәм хайваннар белән бергә күл яки буа, аерым бер биогеоценоз булып тора. Бу табигый система, башка биогеоценозлар шикелле үк, үзен-үзе регуляцияләүгә һәм өзлексез рәвештә үзлегеннән яңарып торуга сәләтле.

Сулыктагы үсемлекләр һәм хайваннар тигез таралып урнашмый. Һәр төр үзе җайлашкан шартларда тереклек итә. Тереклек өчен гаять төрле һәм иң уңайлы шартлар яр буе зонасында

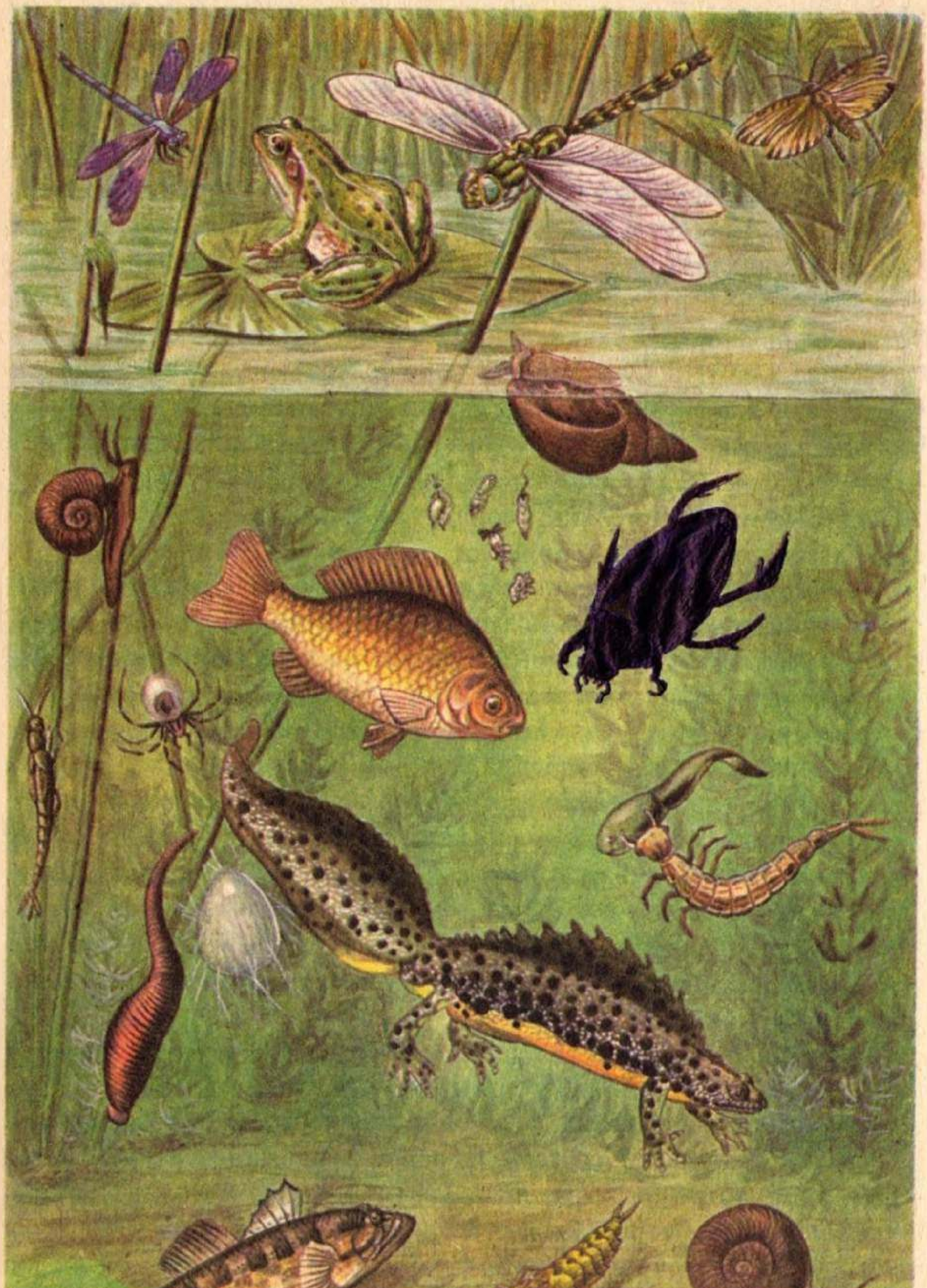
барлыкка килә. Кояш нурлары яхшы җылытканга, биредә су җылырак һәм кислородка да тиешенчә туенган була. Яктылыкның мул булуы, аның су төбенә хәтле үтеп керүе югары төзелешле күп кенә үсемлекләрнең үсешен тәэмин итә. Вак суүсемнәр дә гаять күп. Хайваннарның да күбесе ярга якын зонада яши. Берәүләре суда үсүче үсемлекләрдә тереклек итүгә җайлашкан, икенчеләре (балыклар, ерткыч йөзгәләк коңгызлар һәм су кандалалары) су катламында иркен йөзеп йөриләр. Бик күпләре (әкәмтөкәмнәр, кайбер бөҗәкләрнең — мәсәлән елга коңгызы, энә карагы, көньяшәрнең личинкалары, аерым төр суалчаннар һ. б.) төптә яши. Хәтта су өстендәге элпә дә аңа махсус җайлашкан төрләрнең яшәү урыны булып хезмәт итә. Тымызык култыкларда су өстендә тиз-тиз хәрәкәт итүче ерткыч суүлчәр кандалаларны һәм, түгәрәк ясап, кызу-кызу йөзүче әйләнчек коңгызларны күрергә мөмкин. Ярга якын зонада азыкның күплеге һәм башка уңайлы шартлар балыкларны да үзенә тарта 38.

Сулыкларның кояш яктысы аз үтеп керә торган тирән урыннарында тереклек ярлы һәм бертөрлерәк була. Анда фотосинтезлаучы үсемлекләр яши алмый. Сулары аз аралашканлыктан, аскы катлаулар һәрвакыт салкын һәм алар кислородка ярлы.

Сулыкның ачык урыннарындагы су катламнарында да шартлар үзенә бертөрле. Анда бик күп утә вак үсемлек һәм хайван организмнар яши. Алар суның күбрәк җылына һәм яхшы яктыртыла торган өске катлауларында тупланалар. Биредә төрле микроскопик суүсемнәр үсә; бу суүсемнәр һәм бактерияләр белән күпсанлы иң гади төзелешлеләр — инфузорияләр, шулай ук әйләнчек суалчаннар һәм кысласыманнар туклана. Суда йөзмә хәлдә яши торган барлык шундый организмнар комплексын *планктон* дип атыйлар.

Матдәләр әйләнешендә һәм сулыктагы тереклектә планктон бик әһәмиятле роль уйный.

Буа биогеоценозының азык бәйләнешләре һәм тотрыклылыгы. Сулыкта яшәүчеләр системасы нәрсә хисабына тереклек итүен һәм аның тотрыклылыгы ничек тәэмин ителүен карап карыйк. Туклану чылбырлары эзлекле берничә буыннан тора. Мәсәлән, үсемлек калдыклары һәм аларда үрчи торган бактерияләр белән иң гади төзелешлеләр туклана, ә аларны вак кыслачыклар ашый. Үз чиратында, кыслачыклар, балыкларга азык булып хезмәт итә, ә бу балыкларны ерткыч балыклар ашый. Төрләрнең барысы да диярлек бер генә типтагы азык белән генә тукланмый, бәлки



38. Төче сулык биогеоценозы.

төрле азык объектларыннан файдалана. Азык чылбырлары берберсе белән үрелеп беткәннәр. Моннан әһәмиятле гомуми нәтиҗә килеп чыга: биогеоценозның нинди дә булса бер члены юкка чыкса да, система бозылмый, чөнки аның урынына азыкның башка чыганаклары файдаланыла. Төрләр никадәр күбрәк булса, система шулкадәр тотрыклырак була.

Күпчелек экологик системалардагы кебек үк, су биогеоценозында да беренчел энергия чыганагы булып кояш яктысы хезмәт итә, шуның ярдәмендә үсемлекләр органик матдә синтезлыйлар. Сулыктагы барлык хайваннарның биомассасы тулысы белән үсемлекләрнең биологик продуктлылыгына бәйледер, күрәсең. Табигый сулыкларда продуктлылыкның түбән булуы еш кына автотроф үсемлекләрнең үсүе өчен кирәкле минераль матдәләрнең (аеруча азот белән фосфорның) җитешмәвенә яки суның кислоталылык дәрәҗәсе уңай булмауга кайтып кала. Сулыкларны минераль ашламалар белән ашлау, ә тирәлек әче булганда аларны известьләү үсемлекләр планктонын — балыкларга азык булып хезмәт итүче вак хайваннар туена торган планктонны баетуга ярдәм итә. Балыкчылык хуҗалыгы буаларының продуктлылыгын әнә шулай арттыралар.

Киң яфраклы урман биогеоценозы. Коры җир биогеоценозлары арасында киң яфраклы урман, мәсәлән, имәнлек — иң катлаулы биогеоценозларның берсе. Имәнлек — тышкы шартлар үзгәрешсез булганда гасырлар буе яшәргә сәләтле, камил һәм тотрыклы экологик система ул. Имәнлектәге биогеоценоз йөздән артык төр үсемлек һәм берничә мең төр хайваннан гыйбарәт.

Имәнлектә үсүче үсемлекләр. Коры җир биогеоценозларында төп биологик продукцияне югары төзелешле үсемлекләр бирә. Урманда исә мондый үсемлекләр — башлыча, күпьеллык агач токымнары [39]. Үсемлекләренең төр ягыннан бай булуы — киң яфраклы урманның характерлы билгесе. Төп тереклек шартлары — урын, яктылык, үзендә эрегән минераль матдәләр булган су өчен үсемлекләр арасында кискен көрәш бара. Озак дәвам иткән табигый сайланыш нәтиҗәсендә имәнлектәге үсемлекләрдә төрле төрләргә бергә яшәргә мөмкинлек бирә торган җайлашулар барлыкка килгән. Бу исә имәнлек өчен характерлы булган яруслыкта ачык күренә.

Өске ярус яктылыкны аеруча ярата торган токымнардан: имән, корычагач, юкә агачларыннан тора. Түбәндәрәк алар белән бергә үсә һәм яктылыкны азрак таләп итә торган агачлар: өрәң-

ге, алмагач, груша һәм башкалар урнаша. Тагын да түбәнрәк — чикләвек, кабар (бересклет), эт шомырты, балан һәм башка шундый куаклар ярусы. Ниһаять, җиргә якын иң аскы өлештә, туфракта үләнчел үсемлекләр ярусы үсә. Ярус түбәнрәк булган саен, андагы үсемлекләр дә күләгәгә чыдамрак.

Тамыр системаларының урнашуында да яруслылык күренә. Өске ярус агачларына тирәнгә киткән тамыр системасы хас, шуңа күрә алар туфракның тирән катлауларындагы су һәм минераль матдәләрне дә файдалана алалар.

Имәнлек югары биологик продуктлылыгы белән аерылып тора. Катлаулы һәм күп яруслы булганга, аның һәр гектарындагы үсемлек яфракларының гомуми мәйданы 4—6 гектарга җитә. Шундый куәтле фотосинтезлаучы аппарат Кояштан килгән еллык радиациянең 1%ы чамасын тотып кала һәм органик матдәнең потенциаль энергиясенә әверелдерә. Урта киңлекләрдә бу радиация якынча $3{,}8 \cdot 10^2$ кДж/га була. Синтезланган матдәнең яртысын диярлек үсемлекләр сулау процессында үзләре сарыф итәләр. Үсемлекләрнең җир өсте өлешләрендә органик матдә рәвешендәге саф продукциянең еллык артымы гектарга

39. Киң яфраклы урман биогеоценозы.

5—6 т тәшкил итә. Шуңа үсемлекләрнең җир асты өлешләренең ел саен һәр гектарда 3—4 т артуын да өстәргә кирәк. Шулай итеп, имәнлекнең еллык продукциясе һәр гектарга 10 т чамасына җитә.

Имәнлекләрдә туклану чылбырлары. Имәнлектә хайваннар дөньясының нык үрчүе аның азыкка файдаланырлык органик матдәләрне гаять мул бирүче күптөрле үсемлекләргә бай булуына бәйләнгән. Биредә хайваннар дөньясының иң гади төзелешләреннән алып югары төзелешле умырткалылар — кошлар һәм имезүчеләргә кадәр булган күп кенә төрләре яши.

Имезүчеләр арасында азык чылбыры, мәсәлән, үсемлек белән тукланучы тычкансыман кимерүчеләр һәм куяннардан, шулай ук тояклылардан гыйбарәт, ә ерткычлардан ләтчә, ас, сусар, төлке, бүре исә әлеге үсемлекләр белән тукланучылар хисабына яши. Умырткалыларның барлык төрләре — һәртөрле тышкы паразитлар, башлыча, бөҗәкләр һәм талпаннар өчен, шулай ук эчке паразитлар — яссы һәм йомры суалчаннар, иң гади төзелешлеләр, бактерияләр өчен тереклек тирәлеге һәм туклану чыганагы булып хезмәт итәләр.

Урмандагы азык чылбырлары, бер-берсе белән үрелеп, катлаулы азык челтәрен барлыкка китерәләр, шунлыктан нинди дә булса бер төр хайванның чылбырдан төшеп калуы гадәттә системаның бөтенлеген сизелерлек бозмый. Биогеоценозда төрле төркем хайваннарның әһәмияте бердәй түгел. Мәсәлән, бездәге имәнлекләрнең күпчелегендә үсемлекләр белән тукланучы барлык тояклы эре хайваннар — зубрлар, боланнар, кыр кәҗәләре һәм пошиларның юкка чыгуы гомуми экосистемада бик аз сизелер иде, чөнки аларның саны, димәк, биомассасы беркайчан да зур булмады, һәм алар матдәләрнең гомуми әйләнешендә мөһим роль уйнамады. Ләкин үсемлекләр белән тукланучы бөҗәкләр бетсә, бу, әлбәттә, житди нәтиҗәләргә китерер иде, чөнки бөҗәкләр биогеоценозда гаять әһәмиятле булган серкәләндерү функциясен башкаралар, коелган сабак-яфракны таркатуда катнашалар һәм азык чылбырларында үзләреннән соңгы күп кенә буыннарның яшәве өчен нигез булып торалар.

Урман биогеоценозында үз-үзен регуляцияләү. Имәнлектә үз-үзен регуляцияләү урмандагы төрле тереклек ияләренең, берсен-берсе юкка чыгармыйча, бергәләп, ләкин һәр төрдәге затлар санын билгеле бер дәрәҗәдән арттырмыйча яшәвендә күренә. Затлар санын шулай регуляцияләүнең урман терекле-

гендә әһәмияте никадәр зур булуын түбәндәге мисалдан ачык күрергә мөмкин. Имән яфраклары белән бөҗәкләрнең берничә йөз төре туклана. Ләкин нормаль шартларда һәр төрдәге затлар саны шул дәрәҗәдә аз була ки, аларның эшчәнлеге, барысын бергә җыеп исәпләгәндә дә, агачларга һәм урманга әллә ни зарар китерә алмый. Ләкин бөҗәкләр барысы да бик нык үрчүчән. Бер ана бөҗәк салган күкәйләр саны сирәк очракта гына 100 дән ким була. Күп кенә төрләр җәй дәвамында 2—3 буын үрчем бирә ала. Димәк, чикләүче факторлар булмаганда, бөҗәкләрнең теләсә кайсы төренең саны бик тиз артыр һәм экологик системаның җимерелүенә китерер иде.

Күзәтүләр күрсәткәнчә, үрчемнең күпмедер өлеше уңайсыз һава шартлары аркасында һәлак була. Ләкин үрчемнең төп массасын биогеоценозның башка членнары: ерткыч һәм паразит бөҗәкләр, кошлар, авыру тудыручы микроорганизмнар юк итә.

Шулай да экологик системаның чикләүче тәэсире кайбер төрләрнең тирәлектәге уңай факторлага бәйле рәвештә күпләп үрчү очракларын бөтенләй булдырмый кала алмый («тереклек дулкыннары»ның 33 битен карагыз). Әмма мондый хәлдән соң әлеге корткычлар санын уртача нормага кадәр киметүче көйләгеч факторлар (паразитлар, авыру китереп чыгаручы бактерияләр һ. б.) аеруча интенсивлаша.

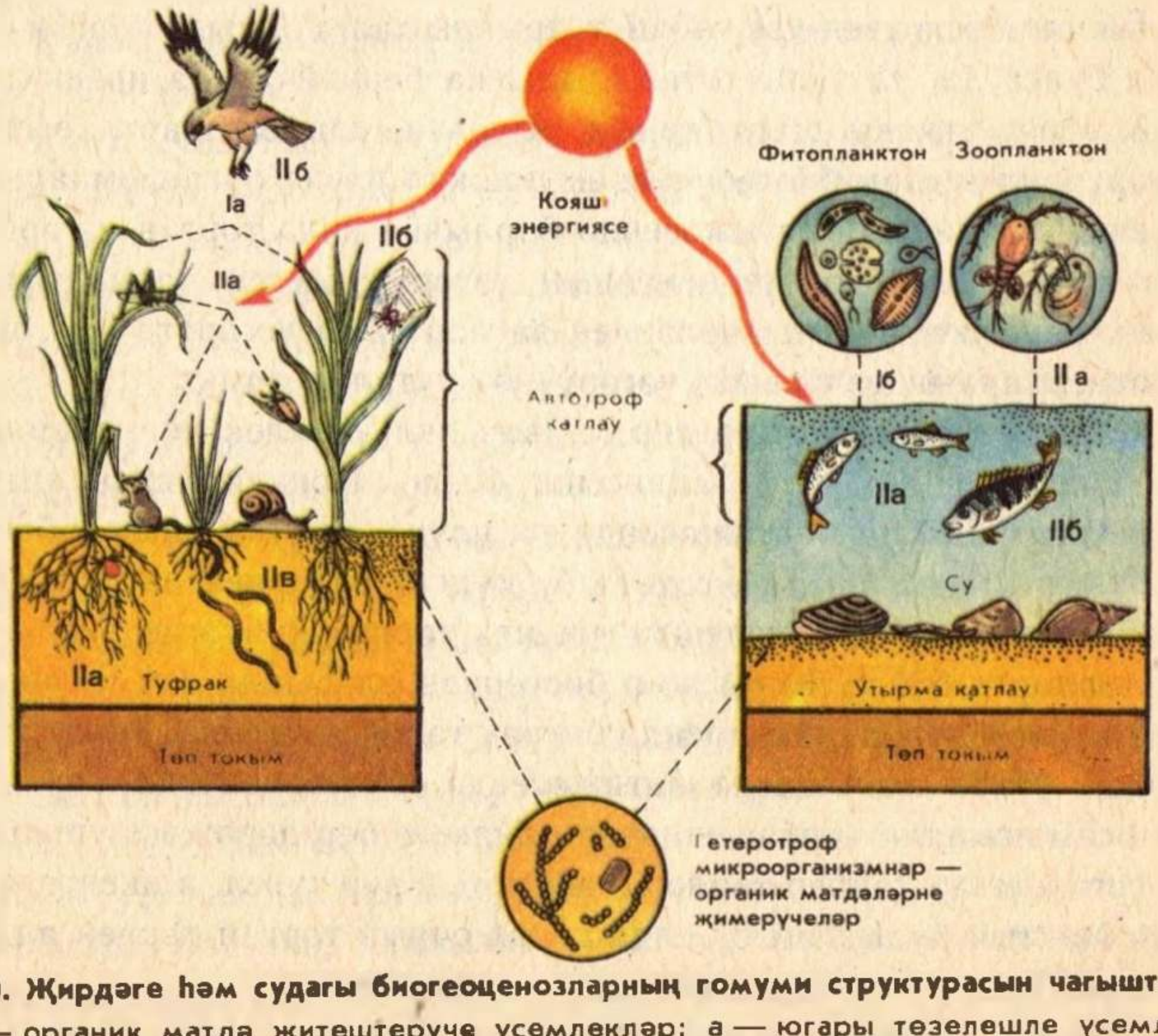
Органик калдыкларның минераллашуы. Корыган агач һәм яфракларның, шулай ук хайваннарның һәм аларның тереклек эшчәнлекләре калдыкларының таркалуы һәм минераллашуы урман тормышында гаять зур әһәмияткә ия. Үсемлекләрнең җир өсте өлешләре биомассасының бер гектарга еллык гомуми артымының 3—4 т чамасы корып коела һәм җиргә түшәлә бара; җир асты өлешләренең дә шактый гына массасы корый. Үсемлекләр тарафыннан үзләштерелгән минераль матдәләрнең һәм азотның күп өлеше коелган яфраклар белән туфракка кире кайта.

Хайван калдыкларын үләксә һәм кайры коңгызлары, үләксә чебене личинкалары һәм башка бөҗәкләр, шулай ук череткеч бактерияләр бик тиз юк итә. Коелган яфракларның шактый өлешен тәшкил итүче клетчатка һәм башка ныклы матдәләр авыррак таркала. Ләкин алар да күп кенә организмнар, мәсәлән, гөмбәләр һәм бактерияләр өчен, азык булып тора. Бу организмнарның клетчатканы һәм башка матдәләрне җиңел үзләштерелә торган шикәргә әверелдерүче махсус ферментлары була.

Үсемлекләр кору белән, таркатучы организмнар алардагы матдәне тулысынча файдаланалар. Биомассаның шактый өлешен туфрактагы органик матдәләрне таркату һәм күчерү буенча гаять зур эш башкаручы яңгыр суалчаннары тәшкил итә. Бөҗәкләр, каты кабыклы талпаннар, суалчаннар һәм башка умырткасызларның гомуми саны гектарга дистәләрчә һәм хәтта йөзләрчә миллионга җитә. Коелган яфракларны таркатуда бактерияләр һәм түбән төзелешле, сапрофит гөмбәчекләрнең әһәмияте аеруча зур.

Урман биогеоценозында матдәләр әйләнеше һәм энергия хәрәкәте ачык күренә.

Кояш нуры энергиясен файдалана торган урман биогеоценозы, асылда, бетмәс-төкәнмәс органик чимал чыганагын тәшкил итә. Шуңа күрә дә урманны саклау, яшәртү һәм дөрес файдалану эшенә игътибарның зур булуы аңлашыла. Урман хуҗалы-



-40. Җирдәге һәм судагы биогеоценозларның гомуми структурасын чагыштыру: I — органик матдә җитештерүче үсемлекләр; а — югары төзелешле үсемлекләр; б — суүсемнәр; II — органик матдәне файдаланучылар — хайваннар: а — үсемлек белән тукланучылар, б — ит белән тукланучылар, в — катнаш азык белән тукланучылар.

гының дөрес куелышы, катлаулы экосистема буларак аның үзенчәлекләрен исәпкә алып эш итү, урман массивларын кырып бетермичә, алардан озак еллар дәвамында файдаланырга, хуҗалык ягыннан кыйммәтле продукция алуны арттыра барырга мөмкинлек бирә.

1. Төче сулык биогеоценозындагы азык бәйләнешләренең схемасын төзегез, андагы матдәләр әйләнешен һәм энергия агышын билгеләгез. 2. Сулык биогеоценозының тотрыклылыгы ничек тәэмин ителә? 3. Урман биогеоценозлары тотрыклылыгының сәбәбе нәрсәдә? 4. Төче сулык һәм имәнлек биогеоценозларындагы төп туклану чылбырларын күрсәтегез. 5. Имәнлек биогеоценозының үзен-үзе көйләү сәләте нәрсәдә күренә? 6. Урман биогеоценозында матдәләр әйләнеше һәм энергия хәрәкәтенең төп этапларын әйтеп бирегез. 7. Сулык һәм имәнлек биогеоценозларын чагыштырыгыз. Кайсысы тотрыклырак һәм ни өчен? (10 рәсемнән файдаланыгыз.)

26. Биогеоценозлардагы үзгәрешләр

Биогеоценоз үзен-үзе көйли, тотрыклы хәлгә омтыла торган система булса да, ул тулы тотрыклылыкка беркайчан да ирешә алмый. Моңа тышкы шартларның, мәсәлән, климат шартларының үзгәрүчәнлеге һәм биогеоценозны тәшкил итүче организмнарның тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә барлыкка килә торган үзгәрешләр комачаулый. Биогеоценозның үзгәрүчәнлеген чагылдырган ике күренешкә: аерым төрләрнең затлар саны үзгәрүгә һәм биогеоценозларның үзләренең үзгәрүенә тукталып үтик.

Сан үзгәрешләре. Һәр төр хайван яки үсемлек популяциясенең саны туу һәм үлү балансына бәйле. Популяциянең артуы туучылар саны арту нәтиҗәсендә дә, үлүчеләр саны киму сәбәпле дә булырга мөмкин. Табигатьтә бу күрсәткечләрнең икесе дә еш кына капма-каршы юнәлештә эш итә торган күпләгән экологик факторларга бәйле. Коры җир биогеоценозларында сан үзгәрешләре хайван популяцияләрендә бигрәк тә ачык күренә. Төрле төрләрнең үзара җайлашуы нәтиҗәсендә, биогеоценозда һәр төр өчен сан ягыннан тирбәлешләрнең билгеле бер дәрәҗәсе урнаша. Бу үзгәрешләр кайбер төрләр өчен артык зур түгел, ә икенчеләре өчен шактый була, һәм бу елда сирәк очрый торган төрнең алдагы елда инде гадәттәге дәрәҗәгә җитүе мөмкин.

Сан үзгәрешләренең төп сәбәпләрен билгеләү өчен, безне кызыксындырган төрнең һәм аның дошманнарының биологиясен җентекләп белергә, төрле экологик факторларның бу төргә йо-

гынты ясау үзенчәлекләрен һәм, ниһаять, шул факторларның үзгәрүчәнлеген белергә кирәк. Шушы күрсәткечләрне чагыштырып, тирәлектәге кайсы факторның әлеге төр өчен оптималь булган зурлыктан ешрак һәм күбрәк читкә тайпылуын һәм, димәк, популяция санын үзгәртүен ачыкларга мөмкин. Моны кайбер мисаллар өстендә күзәтеп карыйк. Күп кенә төр хайваннарның саны азык микъдарының үзгәрүенә бәйле. Бу бәйләнеш билгеле бер азык тибына гына җайлашкан төрләрдә аеруча ачык күренә. Мәсәлән, тиен башлыча ылыслы агачларның орлыклары белән туклана, шунлыктан бу җәнлекнең саны ылыслы агачларның күркә уңышына бик нык бәйле. Ерткычлар өчен дә азык төп чикләүче фактор булып исәпләнә.

Үсемлек белән тукланучы бөҗәкләрнең үрчүе башлыча ерткычлар, паразитлар һәм авыру тудыручы микроорганизмнар тарафыннан тоткарлана. Ә инде үсемлек белән тукланучы бөҗәкләр белән аларның дошманнары арасындагы нормаль нисбәтләр бозылса, беренчеләренең саны дистәләрчә һәм йөзләрчә тапкыр артырга мөмкин.

Кайбер бөҗәкләрнең күпләп үрчүе авыл хуҗалыгына аеруча зур зыян китерә.

Корткычларның кинәт кенә гаять күп үрчеп китүе төрле дәрәҗәдә була һәм гадәттә озакка бармый. Максимумга җитү белән, корткычлар саны бик тиз кими башлый. Мондый кимүнең сәбәпләре аларның күбесе өчен охшаш. Моңа ерткыч һәм паразитларның бик тиз үрчүе, шулай ук төрле вируслы, бактериаль һәм гөмбәчек авыруларының көчәюе сәбәп була. Күпләп үрчегән очракларда килеп туа торган азык кытлыгы әлеге биологик факторларның тәэсирен көчәйтә.

Кинәт кенә күпләп үрчи башлау сәбәпләрен белүе читенрәк. Күбесенчә ул һава шартларының турыдан-туры яки читләтеп тәэсир итүенә бәйләнгән. Мәсәлән, Себер ефәк күбәләгенең күпләп үрчи башлавы гадәттә җылы, коры җәйдән соң була һәм кайчак ул миллионлаган гектар Себер урманына зур зарар китерә.

Биогеоценоздагы төрләр нисбәтенә кеше эшчәнлеге зур йогынты ясый. Билгеле булганча, бернинди чикләүсез аучылык итү кайбер урыннарда күп кенә кыйммәтле ау җәнлекләре һәм кошларының, мәсәлән, кондызлар һәм тояклыларның, су кошлары һәм башкаларның тулысынча диярлек кырып бетерелүенә китерде. Кайчакта кешенең эшчәнлеге аерым төрләрнең күпләп үрчүенә сәбәп була. Мәсәлән, корткыч бөҗәкләргә каршы киң күләмдә

кайбер агулар куллана башладылар. Бу агулар әлеге бөҗәкләрне генә түгел, ерткыч һәм паразит хайваннарның да бер өлешен кырып бетерә. Шул ук вакытта агуларга бирешмәүче кайбер имгеч бөҗәкләр һәм үсемлек белән тукланучы талпаннар (монача аларны ерткычлар бетерә килгән) бик нык үрчеп, авыл һәм урман хуҗалыгына зарар китерә башлый. Корткыч бөҗәкләрнең күпләп үрчиячәген алдан күрү һәм аны булдырмау өчен, биогеоценоздагы төрле организмнар санының үзгәрешен һәм аның сәбәпләрен өйрәнергә кирәк. Бу — экологиянең мөһим бурычларыннан берсе.

Биогеоценозның алмашынуы. Теләсә нинди биогеоценоз үзгәрә һәм үсеш процессы кичерә. Коры җир биогеоценозларының алмашынуы процессында үсемлекләр беренче дәрәҗәдәге әһәмияткә ия. Әмма аларның эшчәнлеге системаның башка компонентлары эшчәнлегеннән аерылгысыз. Биогеоценоз һәрвакыт бербөтен буларак яши һәм үзгәрә. Монда кеше эшчәнлегенең дә роле зур. Биогеоценозның табигый алмашыну закончалыкларын һәм аның юнәлешен белү безне чолгап алган табигатьтәге төрлелекнең сәбәпләрен аңлау өчен генә түгел, бәлки бу процессларны идарә итү өчен дә кирәк.

Алмашыну билгеле бер юнәлешләрдә бара, ә төрле биогеоценозларның яшәү дәвамлыгы бик төрле. Сулыкның үсемлекләр белән каплануы җитәрлек дәрәҗәдә тигезләнмәгән системаның үзгәрүенә мисал була ала. Кислород җитмәгәнлектән, суның төпкә якын катлауларында органик матдәнең бер өлеше череми кала һәм алга таба матдәләр әйләнешендә катнашмый. Сулыкның тирән урыннарында планктон калдыклары, төпкә утырып, вак бөртекле ләм хасил итә. Яр буе зонасында су үсемлекләренең торфлы утырмалар хасил итүче калдыклары туплана. Сулык саега, су җыелу мәйданыннан килә торган балчык һәм ком утыру да монда булышлык итә. Яр буе су үсемлекләре сулыкның уртасына таба тарала, һәм торф сыман утырмалар барлыкка килә. Күл акрынлап сазлыкка әйләнә. Балыклар бетә, ачык урыннар планктоны юкка чыга. Күп кенә үсемлек һәм хайваннар сазлык шартларына яхшырак җайлашкан башка төрләр белән алмашына. Әйләнә-тирәдәге коры җир үсемлекләре акрынлап элек сулык булган урынга күчә бара. Җирле шартларга карап, биредә кыяк үлән үскән болын, урман яисә биогеоценозның башка тибы барлыкка килергә мөмкин.

Кайбер тотрыклы биогеоценозлар, бозылганнан соң, яңадан элекке хәленә кайта алу сәләтенә ия. Бу исә берничә этап аша башкарыла. Чыршы урманы элекке хәленә кайтканда биогеоценозларның закончалыклы тәртиптә алмашынуы моңа ачык мисал була. Янган яки киселгән чыршылык урынындагы шартлар шулкадәр үзгәрәләр ки, бушап калган мәйданда чыршылар яңадан үсеп китә алмый. Ачык урыннарда чыршы шытымнарын язгы кыраулар зарарлый, алар кояш кыздырудан җәфаланалар һәм якты сөюче үсемлекләр белән ярыша алмыйлар. Киселгән һәм янган урыннарда беренче ике елда үләнчел үсемлекләр: кырлыган (иван-чай), тутык үләне (вейник) һ. б. яхшы үсә. Тиздән орлыклары җил белән җиңел таратыла торган каен, усак, ә кайчак нарат үрентеләре күпләп шытып чыга. Алар үләнчел үсемлекләрне кысрыклап чыгаралар һәм акрынлап вак яфраклы агачлардан торган урман яки нарат урманы хасил итәләр. Менә шул чакта гына чыршының яңадан үсеп китүе өчен уңай шартлар туа. Күләгә сөюче чыршы шытымнары якты яратучы яфраклы токымнарның яшь агачлары белән бик уңышлы конкурентлык итәләр. Югарыгы яруска күтәрелеп җитү белән, чыршы яфраклы агачларны тәмам кысрыклап чыгара. Шул рәвешчә, вакытлы барлыкка килгән берничә биогеоценоз аша чыршы урманының биогеоценозы яңадан элекке хәленә кайта.

Биогеоценозларның географик зоналылыгы. Биогеоценозларның төрле типлары географик зоналылык белән тыгыз бәйләнгән. СССР территориясендә төньяктан көньякка таба бер-бер артлы төрле табигый зоналар: тундра, тайга, яфраклы агач урманнары, дала, чүл урнашкан. Һәр зонаны төп биогеоценозларның өстенлек итүче типлары характерлый. Зональ үзгәрешләр биогеоценозның төп компоненты булган үсемлекләрдә аеруча ачык күренә. Бу үзгәрешләр шул үсемлекләр белән тукланучы хайваннарның һәм органик матдәләрне таркатучы организмнарның төр составы шундый ук нык үзгәрү белән бергә бара. Экосистеманың мөһим состав өлеше һәм аның эшчәнлеге нәтиҗәсе буларак туфрак та географик зоналарга карап үзгәрә.

1. Табигатьтә биогеоценозларның алмашынуына мисаллар китерегез. 2. Биогеоценозларның географик зоналылыгын нинди төп абиотик факторлар билгели? 3. Биогеоценозларның кеше йогынтысы нәтиҗәсендә үзгәрүенә мисаллар китерегез. 4. Популяцияләрдә сан үзгәрешләренең сәбәбе нәрсәдә?

27. Кеше тарафыннан барлыкка китерелә торган биогеоценозлар

Сез табигый биогеоценозларның структурасы һәм анда кешенең турыдан-туры катнашыннан башка бара торган процесслар белән таныштыгыз. Кешенең хуҗалык эшчәнлеге — табигатьне үзгәртеп коруда көчле фактор. Бу эшчәнлек нәтиҗәсендә үзенә бертөрле биогеоценозлар формалаша. Шулар исәбенә, мәсәлән, *агроценозларны*, ягъни кешенең авыл хуҗалыгындагы эшчәнлеге нәтиҗәсендә барлыкка килә торган ясалма биогеоценозларны кертергә мөмкин **41**. Ясалма барлыкка китерелгән болыннар, кырлар, көтүлекләр шундый биогеоценозларга мисал була ала. Әлеге биогеоценозларны барлыкка китергәндә кеше төрле агроысуллар: югары продуктлы үләннәр чәчү, мелиорация (артык дымлы булганда), ашламалар кертү, туфрак эшкәртүнең төрле ысулларын, кирәк чакта ясалма сугару һәм башкаларны киң кулланып эш итә. Паркларны, җимеш бакчалары һәм җиләклекләрне, кеше үстергән урман һәм башкаларны шулай ук кеше кулы белән барлыкка китерелгән биогеоценозлар исәбенә кертергә мөмкин.

Ясалма биогеоценозларны булдырганда, аларда бергәлек компонентлары белән туфрак арасында барлыкка килә торган үзара бәйләнеш формаларын тулырак исәпкә алырга кирәк. Иң әһәмиятлесе — туфракның үзлекләрен игътибарга алу, аны җил һәм су тарафыннан ашалу һәм юылудан (эрозиядән) саклау, туфрак капламының табигый структурасы һәм бөтенлеге үзгәрүгә юл куймау һ. б.

Бер төрдәге үсемлекләрнең шактый мәйданнарда күпләп үсүе бу үсемлекләр белән тукланучы, әмма табигый биогеоценозларда әлегә кадәр сирәк очраучы бөҗәкләрнең бик нык үрчеп китеп, игүле культураларның куркыныч дошманы булып әверелүенә китерергә мөмкин. Мәсәлән, чөгендер филчеге, табигый болыннарда кыярчалар семьялыгына кергән аз сандагы үсемлек төрләре белән тукланып, аларга әллә ни зыян китермәгән. Шикәр чөгендерен гаять зур мәйданнарда игә башлагач, хәл тамырдан үзгәрде. «Зарарсыз» чөгендер филчеге иң әһәмиятле авыл хуҗалыгы культураларыннан берсе өчен киң таралган корткыч булып әверелде. Мондый мисаллар аз түгел.

Кеше тарафыннан барлыкка китерелә торган ясалма биогеоценозлар даими игътибар һәм алар тормышына актив катна-

шуны таләп итәләр. Югары агротехника кулланганда һәм агроценоз компонентларының үзара йогынтысын исәпкә алып эш иткәндә, ясалма биогеоценозлар, мәсәлән, ясалма болынлыклар, утыртылган урман участоклары һ. б. югары продуктлы булырга мөмкин.

Табигый һәм ясалма биогеоценозлар арасында охшашлыклар булу белән бергә аерымлыклар да бар. Кешенең эшчәнлеге вакытында боларның исәпкә алынуы бик әһәмиятле.

Алдагы мисалларда күргәнебезчә, табигый биогеоценозлар (буа, имәнлек) гадәттә бик күп төрләрдән гыйбарәт. Табигый биогеоценозлар — табигый сайланыш нәтиҗәсендә урнашкан экологик системалар алар. Табигый сайланыш исә организмнарның аз җайлашкан барлык формаларын юкка чыгара тора. Нәтиҗәдә катлаулы, үз-үзен көйләргә сәләтле, чагыштырмача тотрыклы экологик система барлыкка килә. Табигый биогеоценозларда матдәләр әйләнеше гамәлгә ашырыла, нәтиҗәдә үсемлекләр файдаланган матдәләр кабат туфракка кайта.

Кеше тарафыннан барлыкка китерелгән ясалма биогеоценозларда — агроценозларда — компонентлар хуҗалык өчен кирәк-

41. Ясалма биогеоценоз (агроценоз).

лектән чыгып сайлана. Монда табигый сайланыш түгел, бәлки ясалма сайланыш — төп фактор. Ясалма сайланыш һәм башка агротехник чаралар аша кеше максималь биологик продуктлылык (уңыш) алырга омтыла. Ясалма биогеоценозларда туклыклы матдәләрнең шактый өлеше уңыш белән бергә системадан чыгарыла һәм матдәләрнең табигый әйләнеше булмый кала.

Табигый биогеоценозларда Кояш энергия чыганагы булып тора. Агроценозларда кеше бу (табигый) энергия чыганагы белән генә чикләнми, ашламалар да кертә, чөнки алардан башка югары биологик продуктлылыкка ирешеп булмый. Агроценозлар кеше һаман катнашып, ярдәм итеп торганда гына яшиләр һәм югары уңыш бирәләр. Кеше катнашыннан башка алар яши алмыйлар.

Агроценозларда, табигый системалардагы кебек үк, компонентлар арасында төрле бәйләнешләр урнаша. Мәсәлән, бодай кырында бодай, чүп үләннәр, үсемлек белән тукланучы корткыч бөҗәкләр, бодай корткычларына һөҗүм итүче ерткыч һәм паразит бөҗәкләр, үсемлек хисабына яшәүче вак кимерүчеләр арасында катлаулы биологик бәйләнешләр урнаша. Әлеге мөнәсәбәтләр хуҗалык эшчәнлеге процессында кеше тарафыннан шулай ук шактый көйләнә.

Табигый биогеоценозлар белән ясалма биогеоценозлар арасында тагын табигый яшәп килгән биогеоценозларга кеше үзенең эшчәнлеге белән азмы-күпме үзгәрешләр керткән күп кенә бергәлекләр бар. Урман-паркларны яки табигый болыннар җирлегендә, мелиоратив чаралар нәтиҗәсендә барлыкка килгән, кайчак гаять югары продуктлылыкка ия булган файдалану җирләрен әнә шундый «арадаш» биогеоценозлар исәбенә кертергә мөмкин.

Бүген, игенчелек үсеше авыл хуҗалыгы культуралары өчен яңа җирләр файдалану юлыннан бара алмаган бервакытта, агроценозларның продуктлылыгын күтәрү проблемасы аеруча кискен булып алга килеп баса. Бу проблеманы хәл итү максатында илебездә СССРның Азык-төлек программасы һәм җирләрне мелиорацияләүнең озакка исәпләнгән программасы кабул ителде. Бу программаларны үтәү халыкны барлык төр азык-төлек белән тотрыклы рәвештә тәэмин итәргә мөмкинлек бирәчәк.

Авыл хуҗалыгы культураларын игүнең яңа технологияләрен файдалану агроценозларның продуктлылыгын күтәрергә ярдәм итә. Биологиянең һәм фәннең башка өлкәләренең иң яңа каза-

нышларына нигезләнгән индустриаль технология торган саен киңрәк кулланыш таба. Индустриаль технологиягә хуҗалыкның югары специальләшүе, селекция, агрохимия, үсемлекчелек казанышларын куллану, авыл хуҗалыгы культураларының биологик үзенчәлекләрен исәпкә алып эшли торган югары җитештерүчән техникадан файдалану хас.

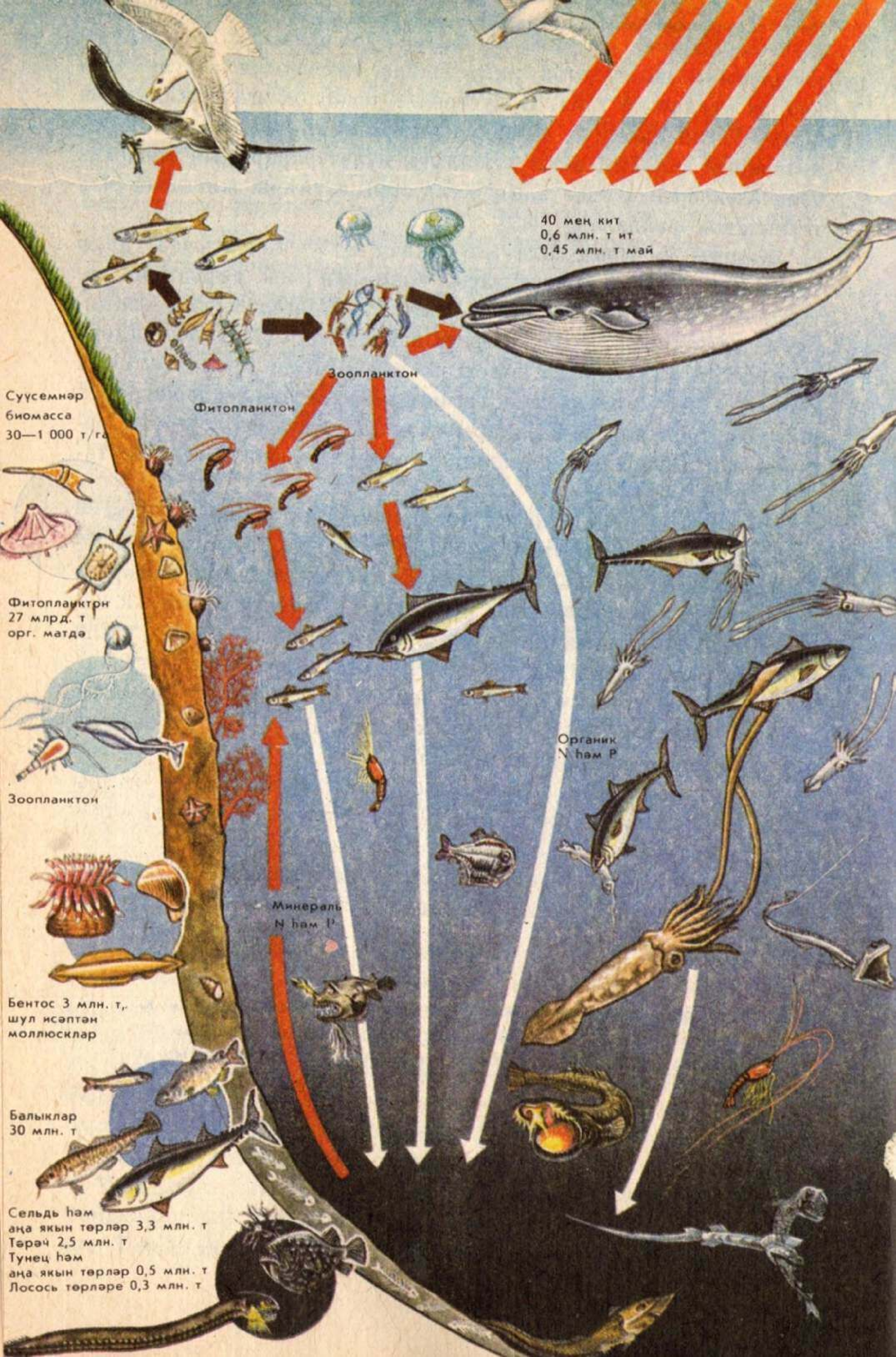
Җирнең уңдырышлылыгын саклап калу максатында, авыр техника туфракның структурасын бозмасын өчен, туфрак эшкәртүләрнең санын мөмкин кадәр киметәләр. Мәсәлән, чәчү алдыннан туфрак эшкәртү белән бер үк вакытта чүп үләннәрне бетерү өчен тиз таркала торган югары нәтиҗәле химик препаратлар да кертәләр. Индустриаль технология кырларда үсемлекләрнең югары уңыш бирә торган сортларын һәм гибридларын үстерүне, органик һәм минераль ашламаларны оптималь дозада кертүне таләп итә.

Индустриаль технология куллануның иң мөһим шарты — авыл хуҗалыгы культураларын аларга иң уңайлы культуралардан соң чәчү. Мәсәлән, туфракны көздән бик яхшылап эшкәртеп калу, кырны чүп үләннәрдән арындыру, туфракта җитәрлек кадәр дым булуын тәэмин итү өчен, кукуруз чәчеләсе җирдән уңыш иртәрәк җыеп алынырга тиеш. Кукуруздан алдагы культурада кукуруз белән уртак корткычлар, авыру кузгатучылар булмаска тиеш. Туфракны азотка баетучы кузаклылар, шулай ук бәрәңге әнә шул таләпләргә җавап бирәләр.

Барлык авыл хуҗалыгы эшләрен вакытында үткәрү — югары уңыш алуның әһәмиятле шарты. Чәчү, агротехник чаралар үткәрү, уңышны җыеп алуда кичегергә ярамый.

Авыл хуҗалыгы культураларын игүдә индустриаль технологияне куллану агроценозларның продуктлылыгын шактый күтәрүгә ярдәм итә.

1. Кеше тарафыннан барлыкка китерелгән биогеоценозларга мисаллар китерегез. 2. Ясалма тудырылган һәм табигый биогеоценозлар арасында нинди аерымлыклар бар? 3. Ясалма биогеоценозларның продуктлылыгын күтәрүгә кеше ничек ярдәм итә ала?


40 мең кит
0,6 млн. т ит
0,45 млн. т май
Зоопланктон
Фитопланктон
Суүсемнәр
биомасса
30—1 000 т/г
Фитопланктон
27 млрд. т
орг. матдә
Зоопланктон
Органик
N һәм P
Минераль
N һәм P
Бентос 3 млн. т,
шул исәптән
моллюсклар
Балыклар
30 млн. т
Сельдь һәм
аңа якын төрләр 3,3 млн. т
Тәрәч 2,5 млн. т
Тунец һәм
аңа якын төрләр 0,5 млн. т
Лосось төрләре 0,3 млн. т

V бүлек

Биосфера турындагы тәгълимат нигезләре

28. Биосфера һәм Җир планетасы биомассасының үзлекләре

Фәнни-техник прогресс гасырында бөтен планетадагы тереклек процесслары турындагы гомуми белемнәр аеруча әһәмият казана. Космосны тикшеренүләр Җирне читтән торып күзәтергә һәм аны чолгап алган сфераларны өйрәнергә мөмкинлек тудырды. Җирдә халык санының артуы яңа азык ресурсларын эзләп табуны таләп итә. Промышленность һәм транспортның зарарлы калдыклары тере организмнарны саклау проблемасын гына түгел, бәлки һава һәм сулыкларның чисталыгын саклау проблемасын да алга куя. Шул уңайдан Җирдә матдәләр әйләнешендә терек табигатьнең нинди роль уйнавын аңларга кирәк. Иң мөһиме — үзендә энергия туплаучы һәм аны үзгәртүче буларак терек табигатьнең әһәмиятен ачыклау. Бөтен планетадагы тереклек структурасын һәм аның тотрыклылык нигезләрен белү зарури. Үткән классларда үсемлекләрне, хайваннарны, кешене һәм гомуми биологияне өйрәнгәндә, сез терек табигать белән аның төзелешенең барлык дәрәҗәләрендә: молекуляр, күзәнәк, организм, популяция-төр һәм биогеоценоз дәрәҗәләрендә таныштыгыз. Бу теманы өйрәнгәндә сез планетабыздагы тереклекнең иң югары төзелеш дәрәҗәсе — биосфера белән танышырсыз.

Биосфера һәм аның чикләре. Бөтен Җир планетасында тере организмнарның урынын һәм ролен тулаем аңламыйча торып, органик дөнья формаларының күптөрлелеген һәм аның үсеш законочалыкларын өйрәнү тулы булмаячак. *Барлык тере организмнар җыелмасы планетаның тере матдәсен, яки биомассасын, тәшкил итә.*

◀ **Океан биомассасының продуктлылыгы.**

В. И. Вернадский.

Организмнарның тереклек эшчәнлеге Җир кабыгын һәм атмосфераны үзгәрткән һәм үзгәртеп килә. Биомассаның үсемлекләр өлеше миллиард еллар буе атмосфераны углекислый газдан чистарта, кислородка баета килгән һәм известьташта, ташкүмер һәм нефтьтә углерод утырмалары барлыкка китергән. Эволюция барышында Җирдә тере организмнар яши торган аерым бер тышча, яки сфера, барлыкка килгән. Җирнең бу тышчасы, яки тереклек өлкәсе, *биосфера* дип атала (грекча «биос» — тереклек, «сфера» — шар). Бу исемне беренче булып Ж. Б. Ламарк биргән. Биосфера турындагы тәгълиматны яңа фәнгә — биогеохимиягә нигез салучы академик В. И. Вернадский (1863—1945) иҗат иткән. (Биогеохимия фәне Җир химиясен тереклек химиясенә бәйләп аңлата һәм тере матдәнең Җир өстен үзгәртүдәге ролен билгели.)

Җир планетасында берничә геосфераны аерып йөртәләр 42.

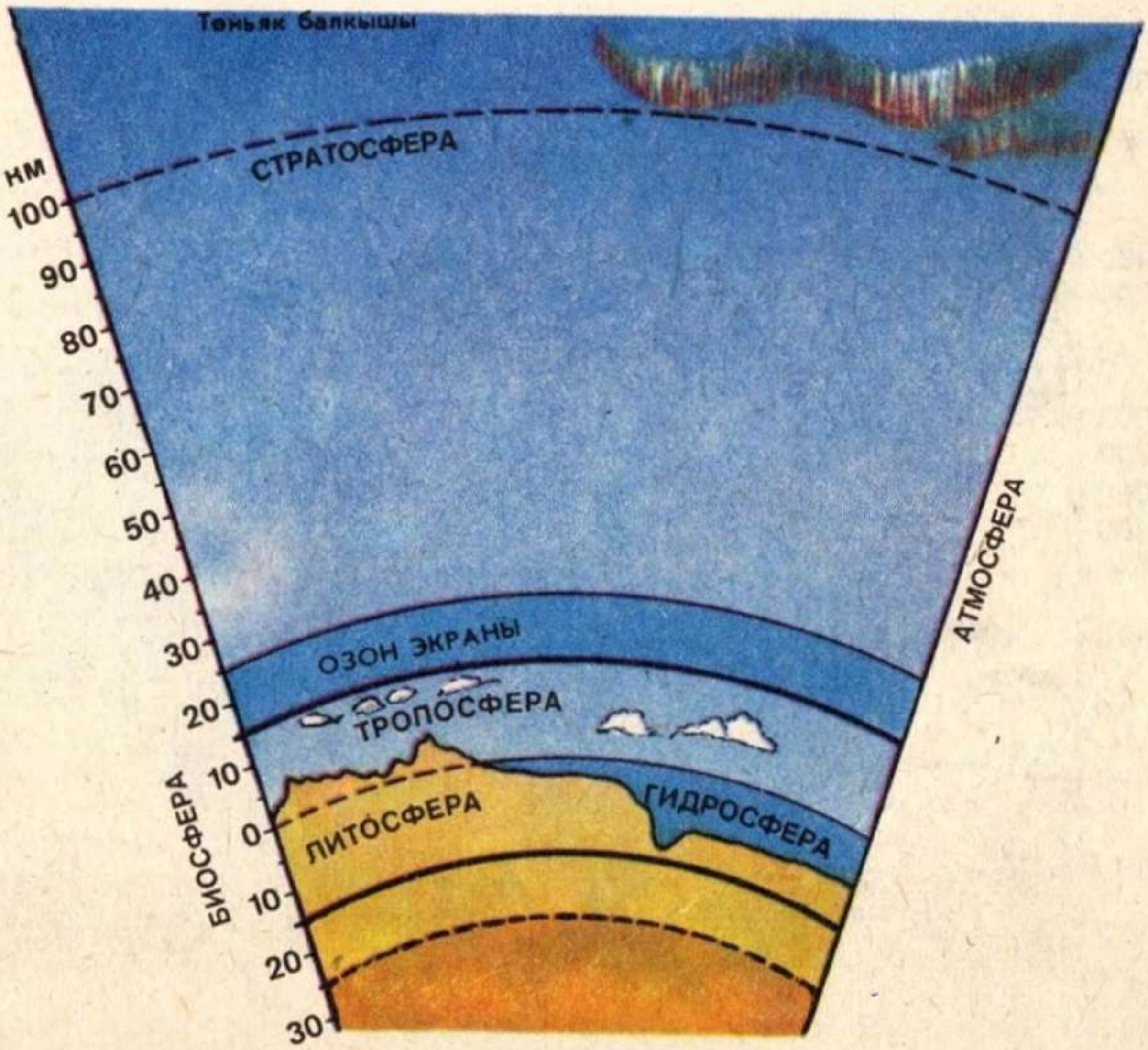
Литосфера (грекча «литос» — таш) — Җир шарының тышкы каты тышчасы. Ул ике катлаудан: өске — утырма токымнар белән гранит катламыннан һәм аскы — базальт катламыннан тора. Бу катламнар тигез урнашмаган. Гранит урыны-урыны белән җир өстенә үк чыга.

Җир өстенең 70,8% ын биләп торган барлык океаннар, диңгезләр (аларның җыелмасын Дөнья океаны дип йөртәләр), шулай ук күл һәм елгалар *гидросфераны* тәшкил итә. Океанның уртача тирәнлеге — 3,8 км, ә аерым иңкүлекләренең тирәнлеге 11,034 км га кадәр җитә.

Литосфера белән гидросфера өстендә 100 км га кадәр биеклеккәчә *атмосфера* җәелә. Атмосфераның уртача 15 км биеклегендәге түбәнге катлавы *тропосфера* дип атала (грекча «тропэ» — алмашыну). Тропосфера һавада йөзмә хәлдә булган һәм Җир өстенең тигез җылынмавы аркасында күчеп йөри торган су

парларын үз эченә ала. Тропосфера өстендә биеклеге 100 км га җитә торган *стратосфераны* аерып йөртәләр (лат. «стратум» — катлау). Стратосфераның өске чигендә төньяк балкышы барлыкка килә. Стратосферада 15—35 км биеклектә ирекле кислород кояш радиациясе тәэсирендә озонга ($O_2 \rightarrow O_3$) әверелә. Озон тере организмнар өчен һәлакәтле булган космик нурланышны һәм өлешчә Кояшның ультрамиләүшә нурларын кире кайтара торган экран хасил итә.

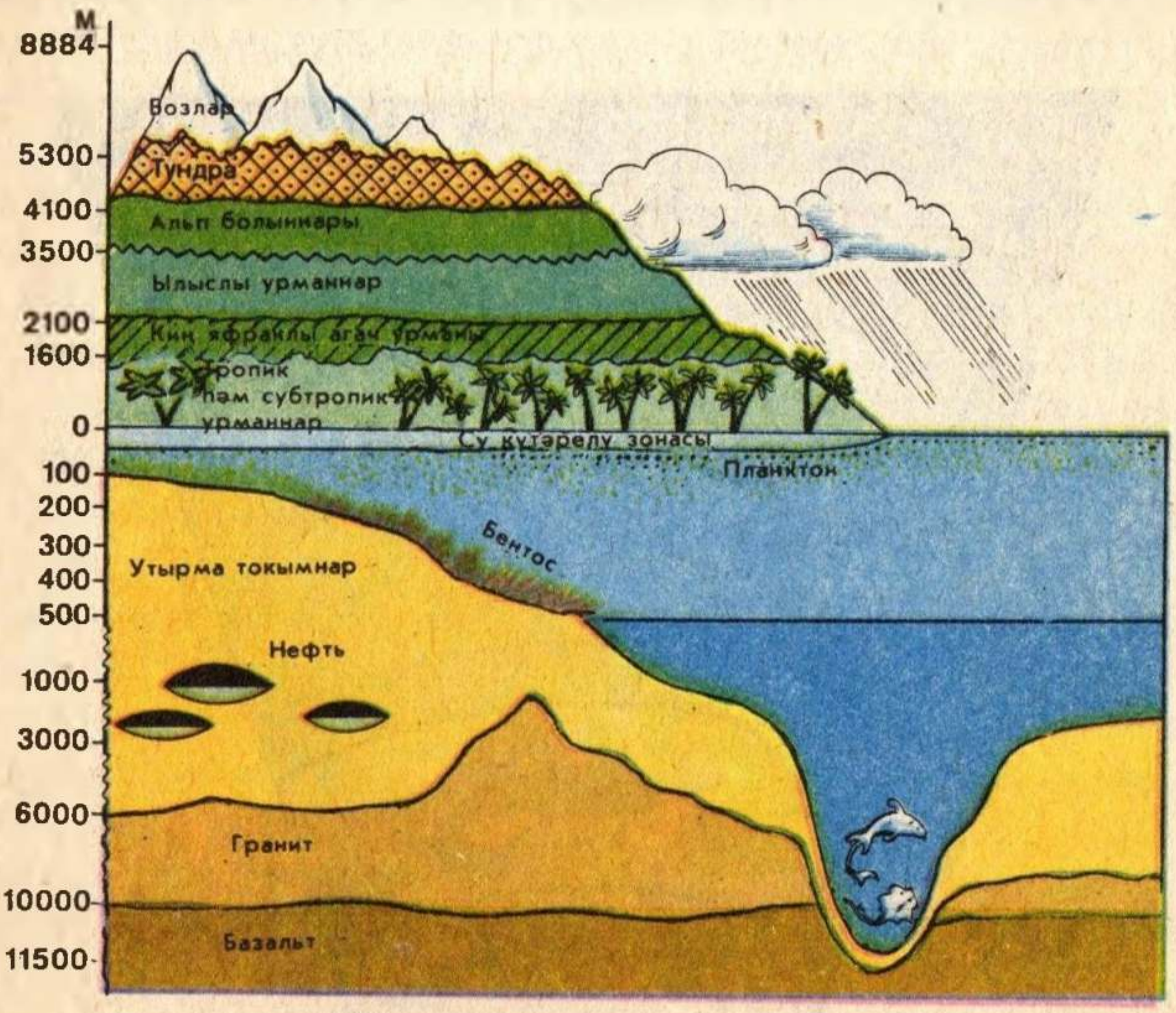
Җирнең барлык сфералары арасында *биосфера — тере организмнар яши торган геологик тышча* — аерым урын били. Ул Җир өстен, литосфераның өске өлешен, бөтен гидросфераны һәм атмосфераның түбәнге өлеше — тропосфераны үз эченә ала **42**. Биосферада тере матдәнең: үсемлекләр, хайваннар, микроорганизмнар һәм кешелек дөньясының эшчәнлеге бара. Биосфераның чикләре төрле организмнарның тереклеге өчен кирәкле шартлар булу белән билгеләнә **43**. Биосфераның өске тереклек чиге — ультрамиләүшә нурларның интенсив тупланнуы белән, түбәнгесе



42. Җирнең геосфералары.

Җир эченең югары температурасы (100° С тан югары) белән чикләнгән. Аның иң кырый чикләренә түбән төзелешле организмнар — бактерияләр генә барып җитә. Бактерия һәм гөмбәчек споралары 20 км биеклеккә кадәр очып менәләр, ә анаэроб бактерияләрне Җир кабыгында 3 км дан да тирәндәрәк, нефть ятмаларындагы суларда табалар.

Биосферада тере массаның иң күп өлеше коры җир һәм океанның өске өлешләрендә, литосфера белән атмосфераның, гидросфера белән атмосфераның, гидросфера белән литосфераның бер-берсенә орынып торган чикләрендә тупланганлыгы күзәтелә. Бу урыннарда тереклек өчен иң уңайлы шартлар — җылылык, дым, кислород, организмнарның туклануы өчен кирәкле химик элементлар бар. Атмосфераның өске катлауларына, океан һәм литосфераның тирәнрәк катлауларына таба тереклекнең туплануы кими бара. Биомассаның туплануы яшел үсемлекләрнең тереклек эшчәнлегенә бәйле.



43. Биосферада тереклек чикләре.

Тере матдәләр массасы Җир кабыгы массасы белән чагыштырганда ифрат аз. Шулай булуга да карамастан, Җир кабыгындагы үзгәрешләрнең күбесе биомассаның тереклек эшчәнлегенә бәйләнгән.

Тере матдәнең үзлекләре. Биомассаны тәшкил итүче организмнар гаять көчле яңару сәләтенә — үрчү һәм планета буйлап таралу сәләтенә ия.

Биомассаның энергиясе тереклек үрчегән вакытта аеруча ачык күренә. «Тере матдә — организмнар җыелмасы — җир өстенә газ массасы шикелле җәелә бара һәм үзен чолгап алган тирәлеккә билгеле күләмдә басым ясый, үзенең хәрәкәтенә комачаулый торган каршылыкларны читләтеп үтә яки аларны баса, каплап китә. Бу хәрәкәт о р г а н и з м н а р н ы ң ү р ч ү е нәтиҗәсендә барлыкка килә... К. Линней үк инде бу үзлекне тереклекнең төп билгесе итеп, аны катып калган үле материядән аерып торучы үтә алмаслык чик итеп каралырга тиешлеген ачык күрде» (Вернадский).

Кайбер елларда аерым төрләр шулкадәр күп үрчи, нәтиҗәдә бу бөҗәкләрнең (саранча), кимерүчеләр һәм башка хайваннарның гаять зур массаларда яу кебек басып алуына китерә (29 бит). Төрле организмнарның пространствоны биләп алуы аларның үрчү тизлегенә бәйле.

Вак организмнар (бигрәк тә сулы тирәлектә) бик тиз үрчиләр һәм киң таралалар. Кайбер бактерияләрнең саны һәр 22 минут саен икеләтә арта бара. Коры җирдәге хайваннарның төп массасын тәшкил итүче буынтыгаяклылар да бик тиз үрчи.

Организмнарның, бигрәк тә бер күзәнәклеләрнең, үрчүе һәм бик тиз таралуы тереклекнең «һәркайда»лыгына (Вернадский) — биосфераның иң кырый чикләренәчә барып җитүенә китергән.

Тереклекнең ни дәрәҗәдә тыгыз урнашуы организмнарның зурлыгына һәм аларның тереклеге өчен кирәкле мәйданга бәйле. Бака тәңкәсе һәм хлорелла суүсеме өчен ул аларның зурлыкларына тигез булган мәйдан белән билгеләнә. Филгә исә — 30 км^2, бал кортына бал җыю өчен — 200 м^2, үләнчел үсемлекләр өчен уртача 30 см^2 мәйдан кирәк. Тереклек басымы организмнар арасында мәйдан, азык, һава, су өчен көрәш китереп чыгара.

Һәр тере организмның һәм бөтен биомассаның үзенчәлеге аларны чолгап алган тирәлек белән даими рәвештә матдәләр алмашудан гыйбарәт. Тере организмга төрле элементлар кирә

һәм шунда туплана бара, ә организмнан алар, өлешчә, исән чакта, өлешчә, үлгәч чыга. Болар, башлыча, кислород, водород, углерод, натрий, кальций, фосфор, калий, кремний һ. б. — 20 дән артык элемент. Туклану процессында энергия туплану бара һәм ул туклану чылбыры буенча, шулай ук үрчү юлы белән башка организмнарга тапшырыла. Яшел үсемлекләрдә фотосинтез вакытында кислород бүленеп чыгу һәм углекислый газның йотылуы биосферада аеруча әһәмияткә ия.

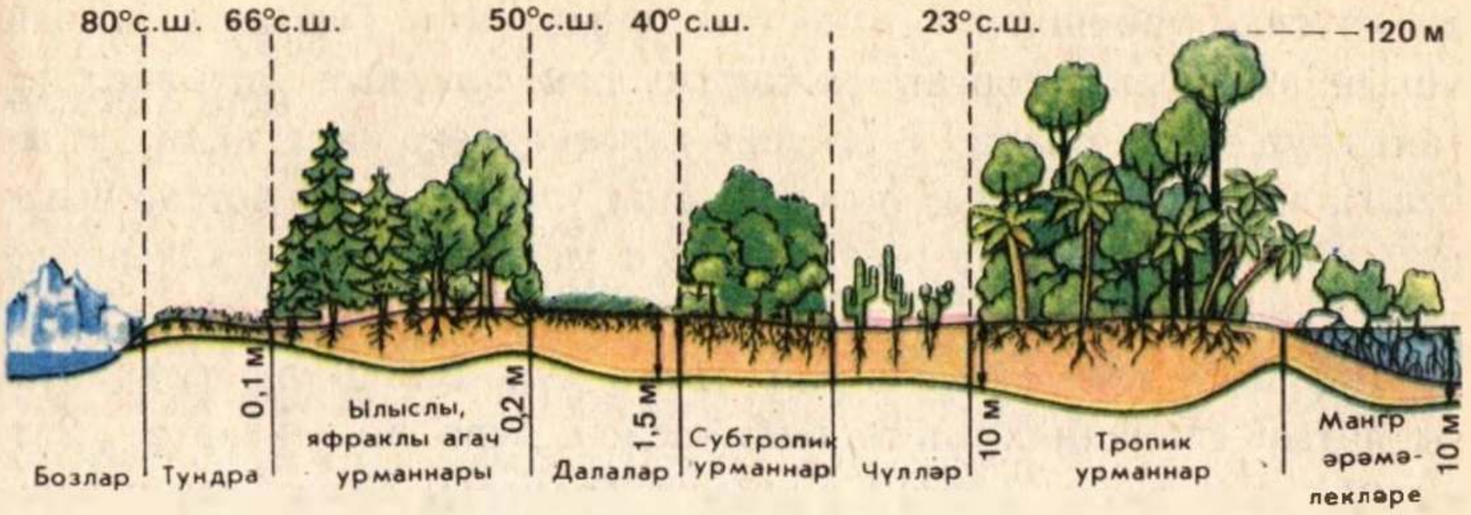
Биосферада үсемлекләр массасы, хайваннар массасына караганда, күп тапкырлар артык. Тулаем алганда, биомасса бөтен биосфера массасының нибары 0,01% ы чамасын гына тәшкил итә, әмма планетада аның роле гаять зур.

Хәзерге мәгълүматларга караганда, Җирнең уртача биомассасы $2{,}423 \cdot 10^{12}$ т тәшкил итә, шуның 97% ы — коры җирдә үсүче яшел үсемлекләр массасы, 3% ы — хайван һәм микроорганизмнар массасы.

! 1. Нәрсә ул биосфера? 2. Биосфераның чикләре нәрсәгә карап билгеләнә? 3. Биогеоценозларның берәрсе мисалында тереклекнең тыгызлыгын характерлап бирегез. 4. Биомассаның төп үзлекләре ниндиләр?

29. Коры җир өсте һәм океан биомассалары

Җирнең коры өлешендә, полюслардан экваторга таба, биомасса эзлекле рәвештә арта бара 44. Бер үк вакытта үсемлекләрнең төрләр саны да арта. Лишайниклар һәм мүкләр (500 гә якын төре) үсә торган тундра башта ылыслы һәм киң яфраклы урманнар белән, аннары далалар (2000 төргә якын) һәм субтропик үсемлекләр белән (3000 төрдән артык) алышына. Үсемлекләрнең иң зур тупланышы һәм иң күп төре дымлы тропик урманнарда күзәтелә (8000 төрдән артык үсемлек). Андагы агачларның биеклеге 110—120 м га җитә. Үсемлекләр берничә ярус булып үсә, агачларны эпифитлар каплап ала. Хайваннарның саны һәм күптөрлелеге үсемлекләр массасына бәйле, экваторга таба алар да күбәя бара. Урманнарда хайваннар төрле ярусларга таралып урнаша. Организмнарның төзелеше гаять күптөрле, ягъни төрләр бергә яшәү шартларына төрлечә җайлашкан бул-



44. Коры җир өстендә биомассаның таралуы.

ганда, тереклекнең тыгызлыгы иң югары дәрәҗәсенә җитә. Шуңа күрә тереклекнең аеруча тыгызлыгы туклану чылбырлары белән үзара бәйләнгән төрләр яшәүче биогеоценозларда күзәтелә. Туклану чылбырлары, бер-берсе белән үрелеп, химик элементлар һәм энергияне бер буыннан икенчесенә күчерүче катлаулы челтәр хасил итәләр. Организмнар арасында урын, азык, яктылык, кислород өчен рәхимсез көрәш бара (29 бит). Коры Җир биомассасына кешенең дә йогынтысы зур. Шуның нәтиҗәсендә биомассаны җитештерүче мәйданнар кими. Бу исә промышленность һәм авыл хуҗалыгы ихтыяҗларында җирдән һәм сулыклардан рациональ файдалануны таләп итә.

Туфрак биомассасы. Бөтен коры Җир өстен диярлек һәркайсы үзенә бертөрле туфрак биогеоценозлары каплап алган. Туфрак үсемлекләрнең тереклеге өчен кирәкле тирәлек кенә түгел, бәлки төрледән төрле бик вак тере организмнар тупланган биогеоценоз да. Туфрак — Җир кабыгының өске көпшәк катлавы, ул атмосфера һәм организмнар тарафыннан үзгәртелеп һәм органик калдыклар белән өзлексез баетылып тора. Тере органик матдә җир өстендә барлыкка килә; органик матдәләрнең таркалуы, аларның минераллашуы, нигездә, туфракта бара. Туфрак исә организмнар һәм физик-химик факторлар тәэсирендә хасил булган. Өске биомасса белән берлектә һәм аның йогынтысы нәтиҗәсендә туфракның калынлыгы полюслардан экваторга таба арта бара. Төньяк киңлекләрдә көлсу туфракта калынлыгы 5—10 см га, ә кара туфракта 1—1,5 м га җитә торган черемә катлавы аеруча әһәмияткә ия. Төрле туфракларда һәркайсы үзенә бертөрле биоценозлар яши. Аларны агач, куак, үләнчел үсемлекләрнең туфракта һәм туфрак асты катлауларын-

да яруслап урнашкан тамырлары тәшкил итә. Туфракны казый, чокый, бораулый торган бөҗәкләр һәм аларның личинкалары гаять зур эш башкара. Ч. Дарвин күзәтүләренә караганда, яңгыр суалчаннары туфракны, эчәкләре аша үткәреп, җир өстенә чыгаралар һәм ел саен һәр гектарда 25 т массалы 0,5 см калынлыктагы катлау барлыкка китерәләр.

Туфракта тере организмнар гаять күп. Балчыклы туфрактагы яңгыр суалчаннарының биомассасы гына да гектарга 1,2 т, яки 2,5 млн. затка җитә. 1 грамм туфрактагы бактерияләр саны йөзәр миллионлап исәпләнә. Яңгыр, эрегән кар сулары туфракны кислородка баета һәм андагы минераль тозларны эретә. Эремәләрнең бер өлеше туфракта тотылып кала, калган өлеше елгаларга һәм океаннарга агып китә. Капиллярлар буйлап күтәрелә торган грунт суларын туфрак парга әйләндерә. Әнә шулай эремәләр хәрәкәте һәм туфракның төрле горизонтларында тоз утыру процессы барлыкка килә.

Туфракта газ алмашы да бара. Төнлә, газлар суынганда һәм кысылганда, туфракка күпмедер һава үтеп керә. Һава кислороды, хайваннар һәм үсемлекләр тарафыннан йотылып, химик кушылмалар составына күчә. Туфракка һава белән кергән азот кайбер бактерияләр тарафыннан үзләштерелә. Көндез, туфрак җылынганда, төрле газлар: углекислый газ, сероводород, аммиак бүленеп чыга. Туфракта бара торган барлык процесслар биосферадагы матдәләр әйләнешенә карый.

Кешенең хуҗалык эшчәнлегенең кайбер төрләре (авыл хуҗалыгы производствосын химияләштерү, нефть продуктларын эшкәртү һ. б.) биосферада мөһим роль үтәүче туфрак организмнарының күпләп үлүенә китерә. Шуңа күрә туфрак белән сак эш итәргә, аннан рациональ файдаланырга һәм аны пычранудан сакларга кирәк.

Дөнья океанының биомассасы. Планета өслегенең $^2/_3$ дән артыграк өлешен Җир гидросферасы, яки Дөнья океаны били. Дөнья океанындагы суның күләме диңгез өсте тигезлегеннән югарырак торучы коры җир күләменнән 15 тапкыр артык.

Су организмнарның тереклеге өчен әһәмиятле булган үзенә генә хас үзлекләргә ия. Суның җылысыешлыгы зур булу нәтиҗәсендә аңарда җәйге һәм кышкы температураның кискен үзгәреше артык сизелми, бу исә океан һәм диңгезләрдәге температураның шактый даими булуына китерә. Суның җылыүткәрүчәнлеге, һаваныкына караганда, 20 тапкыр артык. Шуңа күрә океан

полюслар тирәсендә генә туңа, ләкин боз астында да тере организмнар яши.

Су — яхшы эреткеч. Океан суы составында 60 лап химик элементтан торган минераль тозлар бар. Һавадан керүче кислород һәм углекислый газның суда эрүе андагы үсемлек һәм хайваннарның тереклеге өчен аеруча әһәмиятле. Су хайваннары сулаганда шулай ук углекислый газ бүлеп чыгаралар, ә суүсемнәр фотосинтез процессында суны кислородка баеталар.

Океан суының физик үзлекләре һәм химик составы шактый даими булганлыктан, алар тереклек өчен уңайлы тирәлек хасил итәләр. Суүсемнәр фотосинтезы, башлыча, суның өске катлавында — 100 м га кадәрге тирәнлектә бара. Океан өстенең бу катлавында беркүзәнәкле микроскопик суүсемнәр тупланган, алар *микропланктонны* тәшкил итәләр (грекча «планктос» — гизүче).

Бөтен планетабызда бара торган фотосинтезның $^1/_3$ өлеше диярлек океанга туры килә. Океанның өске катлавындагы суүсемнәр — кояш нурланышы энергиясен химик энергиягә әверелдерә торган трансформаторлар.

Океандагы хайваннар дөньясының туклануында планктонның әһәмияте гаять зур. Суүсемнәр һәм иң түбән төзелешлеләр белән ишкәгаяклы кыслачыклар туклана. Кыслачыкларны сельдь һәм башка балыклар ашый. Сельдь ерткыч балыкларга һәм акчарлакларга азык була. Мыеклач китлар бары тик планктон белән генә туена.

Планктон һәм ирекле йөзеп йөрүче организмнардан тыш, океанда су төбенә береккән яки төптә шуышып йөрүче организмнар да күп. Су төбендә яшәүче организмнар *бентос* дип атала (грекча «бентос» — тирәндәге).

Океанда организмнарның планктон катламында, су төбендә, яр буенда күпләп туплануы күзәтелә. Утрау һәм рифлар барлыкка китерүче мәрҗән колонияләре дә тере тупланмаларга керә. Нигездә исә океандагы биомасса бик таралып урнашкан. Суның гаять тирән катламнарында балыклар, диңгездә яшәүче имезүче хайваннар, кальмарлар йөзә.

Океанда, бигрәк тә аның төбендә, органик калдыкларны неорганик матдәләргә әверелдерүче бактерияләр күп таралган. Үлгән организмнар акрынлап океан төбенә утыра баралар. Аларның күбесе кремний яки известь тышча, шулай ук известь кабырчык белән капланган. Океан төбендә алар утырма токымнар

хасил итәләр. Мәсәлән, моннан 100 млн. ел элек Үзәк Европаны каплап торган диңгез урынында хәзер җир астыннан известьташ һәм акбур табалар. Акбурда иң борынгы хайваннарның (тамыраяклылар һ. б. ның) микроскопик кабырчыкларын күрергә мөмкин.

Дөнья океанында тере биомасса коры җирдәгедән 1000 тапкыр кимрәк. Кояш нурланышы энергиясеннән файдалану океан мәйданында — 0,04%, коры җирдә 0,1% исәпләнә. Океанда тереклек әле күптән түгел генә исәпләп киленгәнчә үк бай түгел.

Хәзерге көндә кайбер илләрдә океаннан төче су алу, металлар табу һәм, иң кирәкле хайваннарны саклаган хәлдә, аның азык ресурсларын тагын да тулырак файдалану проблемасы хәл ителә.

Гидросфера бөтен биосферага бик көчле йогынты ясый. Җир өстенең һәм океанның җылынуы тәүлек эчендә һәм сезонлап үзгәреп тора, бу үзгәреш атмосферадагы җылылык һәм дымның циркуляциясен барлыкка китерә, климатка һәм бөтен биосферадагы матдәләр әйләнешенә йогынты ясый.

Диңгезләрдә нефть чыгару, аны танкерларда ташу һәм кешенең башка төр эшчәнлекләре Дөнья океанының пычрануына һәм аның биомассасы азаюга китерә. Суларны пычранудан саклау чаралары күрү сорала.

Планетаның биомассасына кешенең йогынтысы. Биосферада кешелек дөньясының биомассасы әллә ни зур түгел, ләкин шуңа да карамастан, аның биосферага йогынтысы гаять зур. Туктаусыз үсә барган халык саны, табигый тирәлеккә фәнни-техник йогынты ясауның бик тиз артуы нәтиҗәсендә кешелек дөньясы эшчәнлегенең масштаблары киңәя бара.

Табигатьтән файдалану процессында кешелек дөньясы планетабызда ел саен 4 трлн. тоннага якын матдәне кузгата-күчерә, меңнәрчә яңа химик кушылма барлыкка китерә, аларның күбесе матдәләр әйләнешендә катнашмый һәм ахыр чиктә, биосферада тупланып, аның пычрануына сәбәп була. Промышленность эшчәнлеге нәтиҗәсендә табигый тирәлек пычрана, зур географик регионнар өстендә кояш радиациясе кими.

Биосфера үсешендә шундый чор килеп җитте ки, кеше үзенең хуҗалык эшчәнлеген шушы гигант экосистемада урнашкан закончалыкларны бозмаслык, биомассаның кимүенә китермәслек итеп планлаштырырга тиеш.

1. Коры җир биомассасын сурәтләп бирегез. 2. Туфрак биомассасын нәрсә тәшкил итә? 3. Дөнья океанында биомасса ничек бүленгән? 4. Кешелек дөньясы эшчәнлеге Җир биомассасына нинди йогынты ясый?

30. Биосферада матдәләр әйләнеше һәм энергия әверелеше

Матдәләр әйләнеше. Биосфераны барлыкка китергән, аның тотрыклылыгын һәм бөтенлеген билгеләүче матдәләрнең төп биологик әйләнеше бөтен планетабыздагы барлык биомассаның тереклек эшчәнлеге белән бәйләнгән.

Яшел үсемлекләр, Кояшның яктылык энергиясен йотып, неорганик матдәләрдән органик матдәләр — планетадагы барлык хайваннар, гөмбәләр, бактерияләр өчен беренчел продукцияне барлыкка китерәләр. Үсемлекләр барлыкка китергән беренчел продукцияне хайваннар икенчел — хайваннар өчен генә хас булган продукциягә әверелдерәләр. Бактерияләр һәм гөмбәләр әлеге беренчел, үсемлек продукцияләрен һәм икенчел, хайван продукцияләрен минераль матдәләргә таркаталар.

Җирдә тереклекне тәэмин итүче биологик әйләнешнең нигезен Кояш энергиясе һәм яшел үсемлекләрдәге хлорофилл тәшкил итә. Барлык калган әйләнешләр биологик әйләнеш белән бәйләнештә торалар һәм аңа булышлык итәләр 45 .

Теләсә кайсы биогеоценозда төрле төр популяцияләре арасындагы үзара мөнәсәбәт бик катлаулы һәм каршылыклы. Хайваннар һәм үсемлекләр туклану чылбырлары ярдәмендә — үзара һәм даими рәвештә матдәләр алмашы аша әйләнә-тирә терек булмаган табигать (яктылык, су, җылылык, һава, химик элементлар) белән бәйләнгәннәр. Шулай итеп алар һәр биогеоценозда һәм гомумән биосферада бара торган матдәләр әйләнешләрендә кушылалар.

Биосферада суның һәм тере организмнар составына керүче барлык элементларның өзлексез әйләнеше бара. Бу процесс инде дистәләрчә миллион еллар дәвам итә. «Җир йөзендә, барлык тере организмнарны тулаем алганда, алардан да даимирәк эш итүче һәм шуңа күрә ахыргы нәтиҗәләре буенча алардан да куәтлерәк булган химик көч юк» (Вернадский).

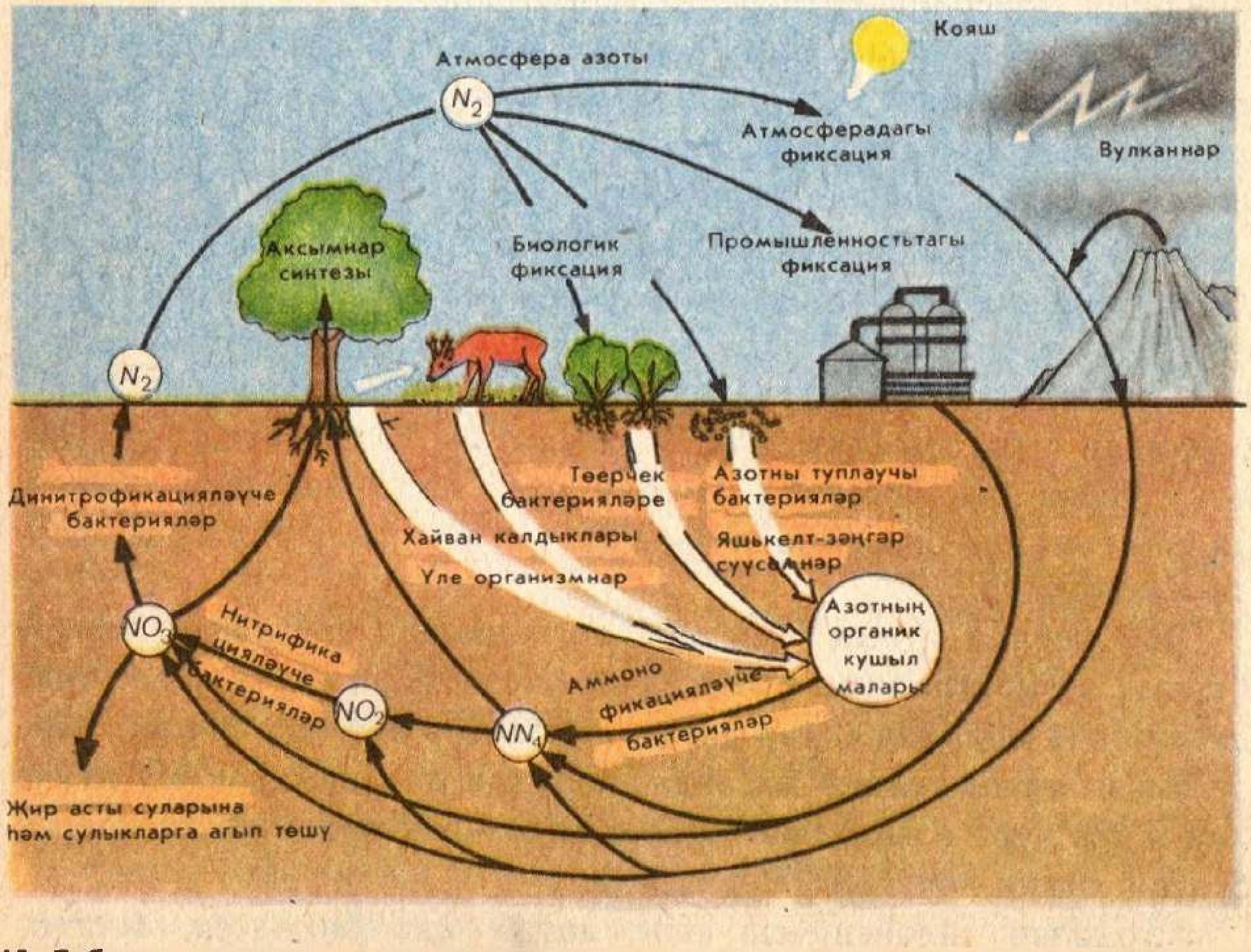
Матдәләр әйләнешендә тере матдә, яки биомасса, биогео-

химик функцияләрне үти; болар — газ алмашу, концентрация, оксидлашу-кайтарылу һәм биохимик функцияләр.

Газ алмашу функциясен фотосинтез процессында кислород бүлеп чыгаручы яшел үсемлекләр, сулаганда углекислый газ бүлеп чыгаручы үсемлекләр һәм хайваннар, шулай ук азот, сероводород һәм башкаларны кайтаручы күп кенә бактерияләр тормышка ашыра.

Концентрация (туплау) функциясе тере матдәнең химик элементларны (водород, углерод, азот, кислород, натрий, марганец, магний, алюминий, фосфор, кремний, калий, кальций, күкерт, тимер) «эләктереп алуы»нда һәм аерым төрләр тарафыннан иод, радий һәм башкаларны туплауда күренә.

Оксидлашу-кайтарылу функциясе матдәләрнең организмнар ярдәмендә туфракта һәм гидросферада тозлар, оксидлар һәм башка кушылмалар хасил итеп оксидлашуында, шулай ук матдәләрнең кайтарылуында (сероводород, тимер-күкерт кушылмалары) күренә. Бактерияләр эшчәнлеге нәтиҗәсендә Җир кабы-



45. Табигатьтә азот әйләнеше.

гында известьташ, боксит, руда һ. б. ятмалары барлыкка килгән.

Биохимик функция туклану, сулау һәм үрчүгә, үлгән организмнарның таркалуына һәм черүенә бәйле. Барлык бу функцияләр атомнарның биоген хәрәкәтендә (миграциясендә) чагыла.

Кеше эшчәнлеге функциясе һәм промышленность тарафыннан бүлеп чыгарыла һәм йотыла торган химик элементларның кеше тарафыннан тудырылган әйләнеше аерым урын алып тора.

Атомнарның биоген миграциясе. Биосферада бер организмнан икенче организмга, аннары терек булмаган табигатькә һәм яңадан организмга күчеп йөрүче актив элементларның даими әйләнеше бара. Бу биоген миграция Җирдәге сулы тирәлектә бара торган физик-химик күчешләрдән (элементларның эрүе, эремәләрнең туфрактагы, грунттагы һәм өске катлаулардагы суда күчеп йөрүе) һәм атмосферадагы газсыман кушылмалар һәм су парларының күчешеннән аерылып тора. Микроорганизмнар ярдәмендә бара торган черү процессында аерылып чыккан элементлар, туфракка һәм атмосферага эләгеп, яңадан биосферадагы матдәләр әйләнешенә кушыла һәм аларны тере организмнар эләктереп ала.

Биосферада матдәләр әйләнешендә тере организмнар составына бер үк элементлар (углерод, азот, водород, кислород, күкерт) керә. Терек булмаган табигатьтән алар — үсемлек составына, үсемлектән хайванга һәм кешегә күчә. Атомнар организмнан организмга күчә торалар һәм шулай тереклек әйләнешендә йөзләрчә миллион ел сакланып киләләр. Моны изотоплар турындагы соңгы мәгълүматлар да раслый. Органик кушылмалар составына элементларның билгеле бер изотоплары керә. Водородның өч изотобыннан — ^{1}H, ^{2}H, ^{3}H — беренчесе активрак, реакциягә ул икенчесенә караганда 6 тапкыр тизрәк керә. Табигатьтә кислородның өч изотобы бар: ^{16}O, $^{17}0$ һәм ^{18}O. Шулардан иң җиңеле — кислород ^{16}O ул су составына керә һәм фотосинтезда катнаша. Билгеле булганча, органик матдәләр составына ^{12}C керә, ә органик булмаган процессларда ^{13}C катнаша.

Биоген миграция өчен элементларның тере организмнарда туплануы, шулай ук үле организмнарның таркалуы нәтиҗәсендә аларның аерылып чыгуы характерлы. Элементларның биологик әйләнешен — аларның аккумуляциясен һәм минераллашуын — һәр биогеоценозда күзәтергә мөмкин. Яшел үсемлекләр булганда,

коры җир өстендә һәм диңгезнең өске катлавында минераллашуга караганда тере матдә барлыкка килү өстенлек итә. Җир йөзен каплап алган үсемлекләр атмосфера һәм гидросферадагы углекислый газдан углерод алалар. Минераллашу процессы күбесенчә туфракта һәм диңгез тирәнлекләрендә бара. Организмнарның (бактерияләр, споралар, орлыклар, бөҗәкләр, кошлар, балыклар һ. б.) таралуы, күчүе атомнар миграциясенә ярдәм итә. Балыклар, кошлар һәм бөҗәкләр миграциясе нәтиҗәсендә химик элементлар еракларга күчерелә. Тереклек өчен кирәкле элементларны бер-берсенә тапшыручы үсемлек һәм хайваннар арасындагы катлаулы бәйләнешләр чылбыры барлык биогеоценозларда күзәтелә (25 нче параграфны карагыз).

Биоген миграцияне тереклек эшчәнлегендәге өч процесс: организмнардагы матдәләр алмашы, аларның үсүе һәм үрчүе китереп чыгара.

Атомнарның биоген миграциясен ике төргә аерып йөртәләр: беренчесе — микроорганизмнар башкара торган миграция, икенчесе — күпкүзәнәкле организмнар катнашындагы миграция. Беренче төр миграция атомнарның икенче төр миграциясеннән өстенлек итә. Кешелек дөньясы атомнар миграциясенең өченче — үзенең эшчәнлеге йогынтысында бара торган төрен дә үзләштерде.

Матдәләр әйләнешендә микроорганизмнарның роле. Микроорганизмнарның атмосферада, литосферада һәм гидросферада киң таралган булуы, матдәләр әйләнешенә йогынты ясый торган факторлар буларак, аларның тиз үрчүе һәм тереклек эшчәнлеге биосферада гаять зур роль уйный.

Кайбер бактерияләрнең споралары температура —253° С булганда да тереклек сәләтләрен югалтмыйлар. Вак һәм җиңел микроорганизмнар, шулай ук споралар тропосферадан да ашып китәләр. Бактерияләрнең таралуы аларның үрчү тизлегенә бәйле. Бактерияләрнең бер граммында 600 млрд. тан артык зат була. Туклыклы матдәләр булганда һәм тоткарлыксыз үрчегәндә, бер бактериянең үрчеме 5 тәүлек эчендә Дөнья океанын тутырыр иде. Тиз үрчи алулары сәбәпле микроорганизмнар гаять зур генетик үзгәрүчәнлеккә һәм җайлашуга сәләтле.

Туклану һәм энергияне файдалану рәвешләре буенча бактерияләрне түбәндәге төрләргә аерып йөртәләр: химик кушылмалар энергиясен файдалана торган *хемосинтезлаучы бактерияләр* (тимер, күкерт, азот бактерияләре һ. б.); органик матдәләр бе-

лән тукланучы *сапрофит бактерияләр* (сөт әчеткеч, май әчеткеч, череткеч һәм серкә кислотасы бактерияләре һ. б.); тере организмнары хисабына тукланучы *паразит бактерияләр* (туберкулез, чума, үләт, тиф һ. б. төрле авыру кузгатучылар). Бактерияләрнең тереклек эшчәнлегендәге тар «специальләшү» аларның алмашынып торуына китерә. Мәсәлән, сөт әчегәндә, башта анда череткеч бактерияләр һәм май әчеткеч бактерияләр күп була; аннары, сөт кислотасы арта барган саен, кислота әчелегенә түзә алмыйча, әлеге бактерияләр үләләр, аларга алмашка сөт әчеткеч бактерияләр үрчи башлыйлар. Ләкин соңрак алары да, сөт шикәрен оксидлаштырып, үзләре тудырган тирәлектә — сөт кислотасында үләләр. Череткеч бактерияләр, туфрактагы органик калдыкларны таркатып, аммиак бүлеп чыгаралар. Икенче төр бактерияләр бу аммиакны башта нитрит кислотасына, аннары нитрат кислотасына әверелдерәләр.

Нитрификацияләүче (аэроб) һәм башка бактерияләр ярдәмендә туфракта азот кушылмалары туплану белән беррәттән, анда шуңа капма-каршы процесс — денитрификацияләүче (анаэроб) бактерияләр ярдәмендә һавага азот бүленеп чыгу процессы да бара [45].

Л. Пастер бактерияләрне «табигатьнең бөек кабер казучылары» дип атаган. Минут саен миллионнарча организм үлә тора. Корыган үсемлекләрнең һәм хайван үләксәләренең черегән вакытта таркалуы — биосферада катлаулы органик кушылмаларны яңадан минераль кушылмаларга әверелдерә торган гаять мөһим процесс. Черегәндә атмосферага бик күп углекислый газ һәм водород бүленеп чыга. Яшел үсемлекләр — органик матдәне җитештерүче, хайваннар аны файдаланучылар булса, микроорганизмнар исә — нигездә аны таркатучылар. Микроорганизмнар биосферадагы геохимик процессларда һәм матдәләр әйләнешендә [45], шулай ук матдәләрне әйләнештән чыгаруда һәм алардан Җир кабыгы ятмалары хасил итүдә дә нык катнашалар.

Биосфера һәм энергия әверелеше. Җирдәге терек матдә тереклек шартларына бәйле. Ләкин шуның белән бергә ул энергияне бер үк вакытта ала да, югалта да торган биосфераның барлык химик процессларын да үз эченә ала һәм үзгәртеп кора. Җирнең энергетик балансын төрле чыганаклар тәшкил итә. Болардан иң әһәмиятлеләре — Кояш энергиясе һәм радиоактив энергия. Җир шары эволюциясе дәвамында радиоактив матдә таркала барган. Әйтик, моннан 3 млрд. ел элек радиоактив җылылык [18] тапкыр

артык булган. Хәзер исә Кояш нурларының Җиргә төшә торган җылысы радиоактив таркалыш нәтиҗәсендә барлыкка килә торган эчке җылылыктан шактый артык.

Кояш энергиясенең өзлексез ташкыны Җирдәге тереклек өчен төп рольне уйный: елына $10{,}5\cdot10^{20}$ кДж (яки $2{,}5\cdot10^{20}$ ккал) тәшкил иткән Кояш энергиясенең 42% ын Җир галәмгә кире кайтара, 58% ын атмосфера һәм туфрак йота. Йотылган энергиянең 20% тан артыгракгын Җир галәмгә тарата, ә 10% ы Дөнья океаны өстеннән суны парга әйләндерүгә тотыла. Кояшның җиргә төшә торган энергиясе яшел үсемлекләрдә туплана һәм үсемлек белән бергә башка организмнарга күчә.

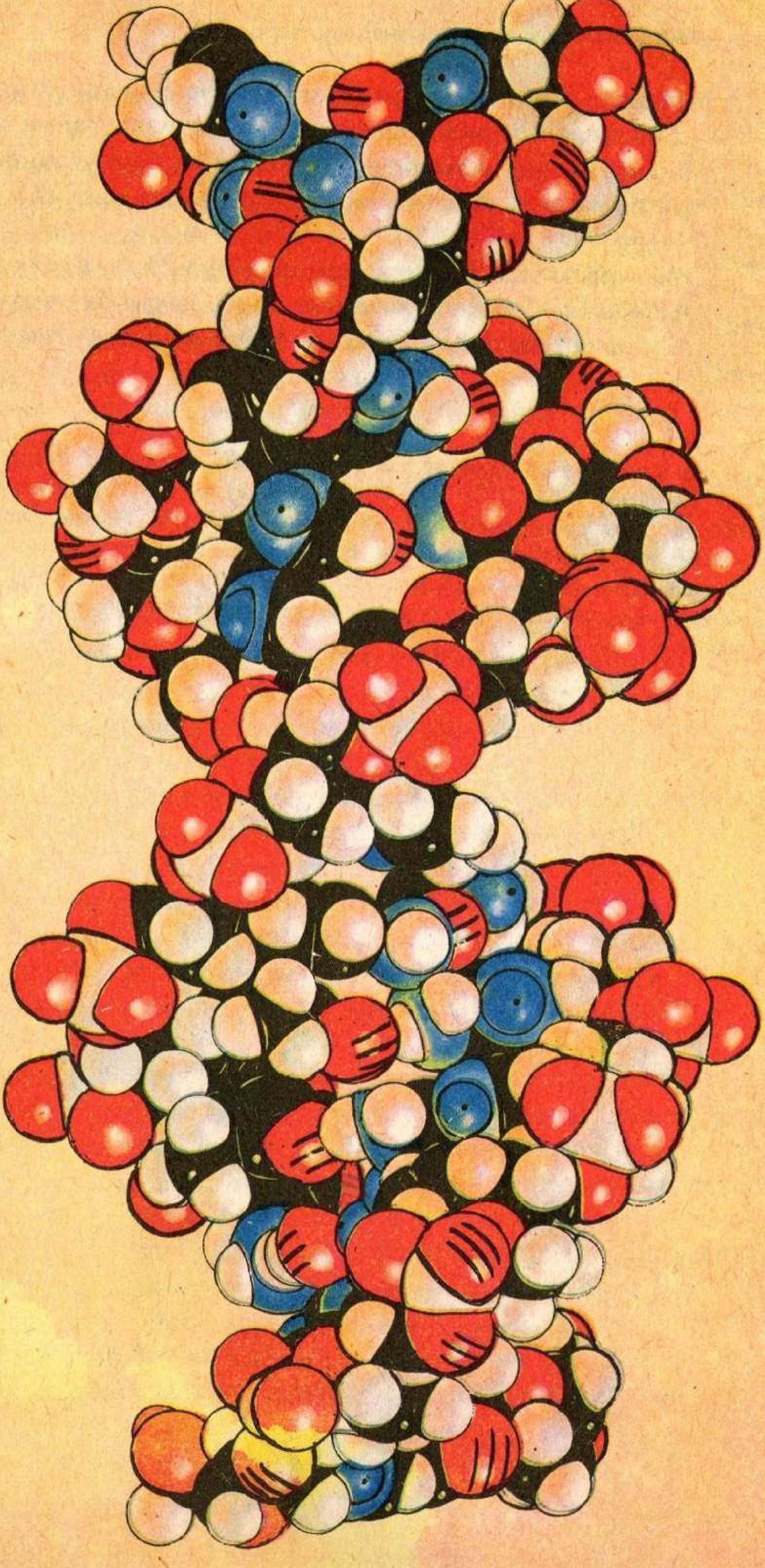
Җир йөзендәге яшел үсемлекләр елына $1{,}8\cdot10^{18}$ кДж ($45\cdot10^{17}$ ккал) чамасы энергиясе булган 100 млрд. т га якын органик матдә хасил итә. Шул ук вакытта алар $1{,}7\cdot10^{8}$ т чамасы углекислый газ йоталар, $11{,}5\cdot10^{7}$ т чамасы кислород бүлеп чыгаралар һәм $1{,}6\cdot10^{13}$ т суны парга әйләндерәләр. Кояш, аның яктылык нурлары — Җирдә энергия чыганагы. Бу энергия органик матдәләр хасил итела һәм кислород бүленеп чыга торган фотосинтез процессында үсемлекләр тарафыннан трансформацияләнә (башка төр энергияләргә әверелә). Органик матдәләр хасил булу — эндотермик процесс, аларның оксидлашуы — экзотермик процесс. Яшел үсемлекләрдәге фотосинтез белән беррәттән, Җирдә органик матдәләрнең сулау, әчешү һәм черү процессында аларның масштаб ягыннан фотосинтезга тиң диярлек оксидлашуы бара; бу вакыт җылылык, су һәм углекислый газ бүленеп чыга. Кояш энергиясе, өлешчә, Җир кабыгындагы организм калдыкларында: ташкүмердә, нефть, сапропель (ләм) һәм торфта туплана килгән.

Кояш нурлары энергиясе Җирдә гаять зур масштабларда климатик, геологик һәм биологик процесслар тудыра. Биосфера йогынтысында бу энергия башка төр энергияләргә әверелә һәм алар күләмнәре һәм тизлекләре ягыннан гаять зур әверелешләр, миграцияләр, матдәләр әйләнешен, биомассаның артуын һәм таралуын китереп чыгаралар. Җир планетасындагы матдәләр әйләнешенең гаять зур һәм үзара бәйләнгән булуы түбәндәге исәпләүләрдән ачык күренә. Үсемлекләр фотосинтезы булмаса, 100 ел эчендә һава составында углекислый газ шактый артыр, бу исә кешеләрнең һәм хайваннарның һәлак булуына китерер иде.

Биосферада 2 млрд. тан артыграк ел дәвамында үзгәрешләр бара. Биосфераның чикләре киңәя һәм ул планетаның элек тереклек булмаган яңа өлкәләренә үтеп керә. Биосфера бөтен Җир шарын биләп ала. Аңа барлык төр экосистемалар (биогеоценозлар) керә.

Биосфера — Җирдәге барлык тере матдәнең һәм химик элементлар әйләнешенең гаять зур системасы ул, ләкин бу ачык система, чөнки аңа читтән даими рәвештә Кояш энергиясе ташкыны килеп тора.

1. Химия дәреслегеннән файдаланып һәм үзегез сайлап, биосферада матдә әйләнеше схемасын (H_2O, CO_2 яки O_2 мисалында) сызып күрсәтегез. 2. Биосферада атомнарның биоген миграциясе ничек бара? 3. Биосферага ничек энергия килүе турында сөйләгез. 4. Биосфераның яшәве өчен матдәләр әйләнешенең нинди әһәмияте бар? 5. Матдәләр әйләнешендә һәм Кояш нурлары энергиясен файдалануда үсемлекләр, хайваннар, микроорганизмнар нинди роль уйный?



VI бүлек

Цитология нигезләре

31. Күзәнәк теориясе

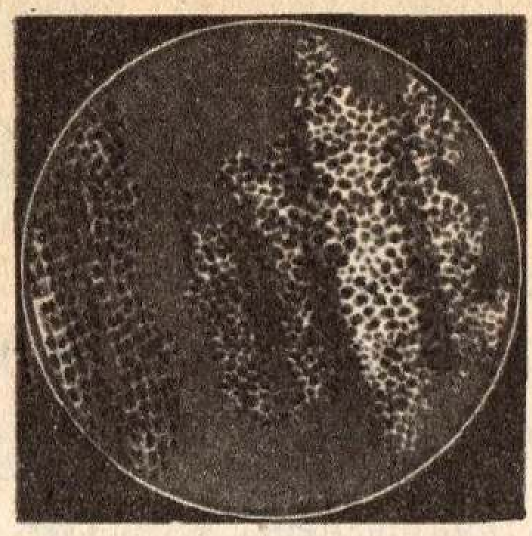
Цитология — күзәнәк турындагы фән. Күзәнәк турындагы фән цитология дип атала (грекча «цитос» — күзәнәк, «логос» — фән). Цитологиянең өйрәнү предметы — күзәнәк: күпкүзәнәкле хайван һәм үсемлек күзәнәкләре, шулай ук беркүзәнәкле организмнарга кергән бактерия, иң гади төзелешлеләр һәм беркүзәнәкле суүсемнәр күзәнәге. Цитология күзәнәкләрнең төзелешен һәм химик составын, күзәнәкнең эчке структуралары функцияләрен, хайван һәм үсемлек организмнарындагы күзәнәкләрнең функцияләрен, күзәнәкләрнең үрчүен һәм үсешен, тирәлек шартларына җайлашуын өйрәнә. Хәзерге заман цитологиясе — комплекслы фән. Ул башка биология фәннәре, мәсәлән ботаника, зоология, физиология белән, органик дөнья эволюциясе тәгълиматы, шулай ук молекуляр биология, химия, физика, математика белән бик тыгыз бәйләнештә.

Цитология — биология фәннәре арасында чагыштырмача иң яшьләреннән берсе, аңа 100 ел чамасы. Ә «күзәнәк» терминының үзенә 300 ел. «Күзәнәк» исемен беренче тапкыр XVII гасыр уртасында Роберт Гук кулланган [46]. Бөке агачыннан юка кисем алып үзе төзегән микроскоп ярдәмендә караганда, Гук бөкенең күзләрдән — күзәнәкләрдән торганлыгын күргән.

Роберт Гук хезмәтләреннән соң биологиядә фәнни тикшеренүләр өчен микроскоп киң кулланыла башлый. Бер күзәнәкле организмнар ачыла (Антон Левенгук, 1680); күзәнәкләр күп кенә хайван һәм үсемлек тукымалары составында да табыла.

Күзәнәк теориясе. XIX йөзнең уртасында күзәнәк турында тупланган белемнәр нигезендә, Т. Шванн күзәнәк теориясен иҗат итә (1838). Ул күзәнәк турындагы белемнәрне гомумиләштерә һәм барлык тере организмнарның төзелешендә күзәнәкнең төп берәмлек булуын, төзелешләре буенча хайван һәм үсемлек күзәнәкләренең охшашлыгын күрсәтә. Бу төп фикерләр барлык терек организмнарның килеп чыгу гомумилегенә, бөтен органик

◀ **ДНКның икеле структурасы (күләмле схемасы)**



46. Р. Гук рәсеме. Бөкенең күзле — «күзәнәкле» — юка киселе.

дөньяның бердәмлегенә иң мөһим дәлил булды. Тереклекнең мөстәкыйль берәмлеге, һәр терек нәрсәнең иң кечкенә берәмлеге буларак күзәнәкне дөрес аңлауны фәнгә Т. Шванн кертә: күзәнәктән тыш тереклек юк.

Күзәнәк теориясе — үткән гасыр биологиясенең гомуми нәтиҗәләреннән иң күренеклесе, ул тереклекне аңлауга материалистик якын килүгә, организмнар арасындагы эволюцион бәйләнешләрне ачуга нигез биргән. Күзәнәк теориясенең барлыкка килүен энергия саклану законы ачылу һәм органик дөнья эволюциясе турында Ч. Дарвин тәгълиматы белән чагыштырып, Ф. Энгельс күзәнәк теориясен югары бәяли.

Күзәнәк теориясе үткән гасырның икенче яртысында эшләгән галимнәрнең хезмәтләрендә тагы да үсә. Күзәнәкләрнең бүленүе ачыла һәм яңа күзәнәкнең баштагы шундый ук күзәнәктән, аның бүленүе нәтиҗәсендә, барлыкка килүе турындагы төп фикер әйтелә (Рудольф Вихров, 1858). Россия Фәннәр академиясе академигы Карл Бэр имезүчеләрнең күкәй күзәнәген ача һәм барлык күпкүзәнәкле организмнар үзләренең үсешен бер күзәнәктән башлавын һәм бу бер күзәнәкнең зигота булуын билгеләли. К. Бэрның ачышы күзәнәкнең төзелеш берәмлеге генә булмавын, бәлки барлык терек организмнарның үсеш берәмлеге дә икәнлеген күрсәтә.

Күзәнәкнең химик төзелешен өйрәнү шундый нәтиҗәләргә китерде: аның тереклегенең нигезендә нәкъ менә химик процесслар ята, барлык организмнарның күзәнәкләре химик составы буенча охшаш, аларда матдәләр алмашының төп процесслары бертөрле типта уза. Күзәнәкләрнең химик составы охшаш булуы

турындагы мәгълүматлар бөтен органик дөньяның бердәмлеген тагын бер тапкыр исбатлый.

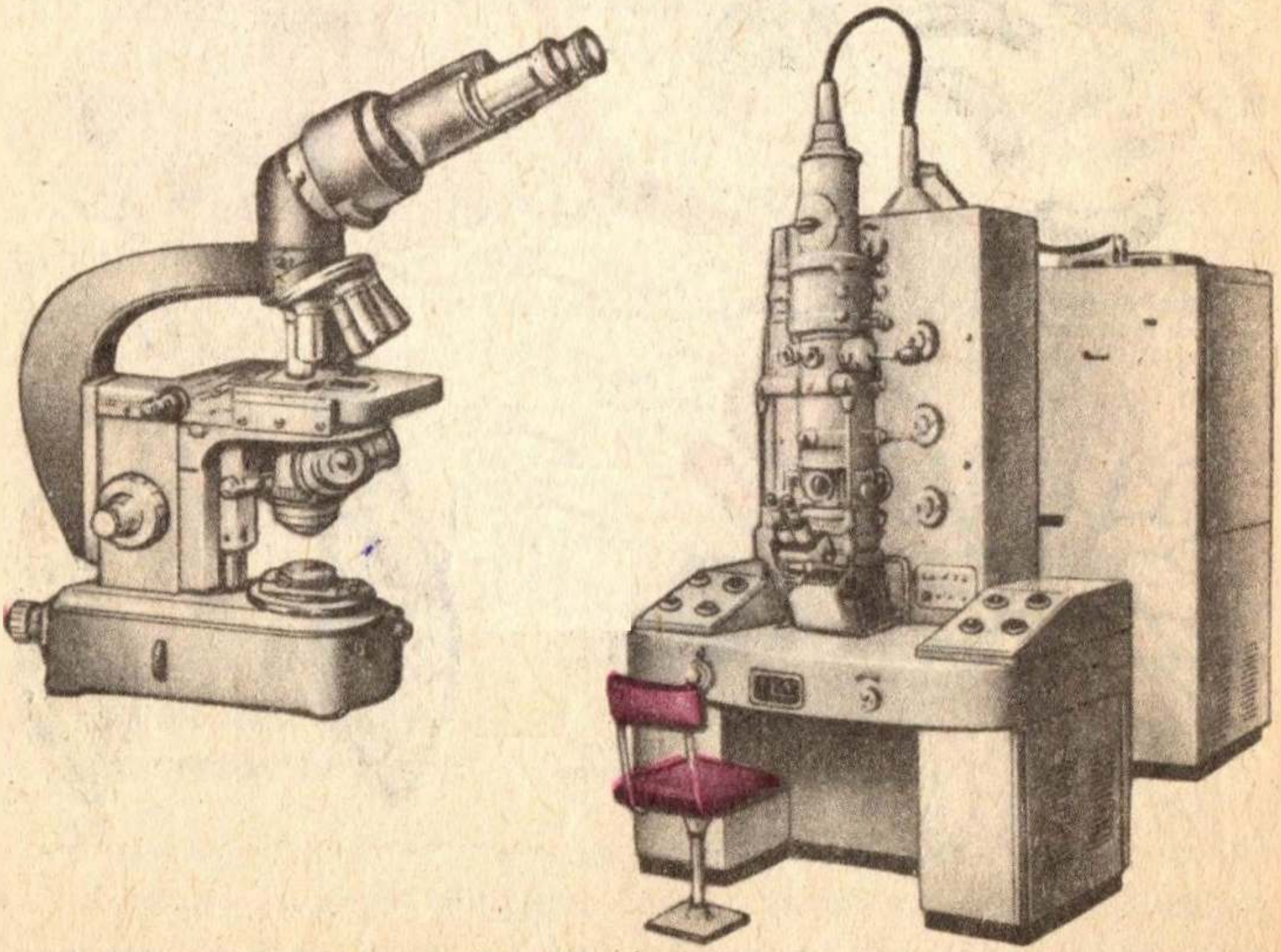
Күзәнәк теориясе хәзерге вакытта да үзенең әһәмиятен саклады. Ул күп тапкыр тикшерелә һәм күптөрле организмнар күзәнәкләренең төзелеше, функцияләре, химик составы, үрчүе һәм үсеше турындагы исәпсез сандагы материаллар белән тулыландырыла.

Хәзерге заман күзәнәк теориясе түбәндәге положениеләрне эченә ала:

күзәнәк — барлык терек организмнарның төп төзелеш һәм үсеш берәмлеге, һәр терек нәрсәнең иң кечкенә берәмлеге;

барлык беркүзәнәкле һәм күпкүзәнәкле организмнарның күзәнәкләре үзләренең төзелеше, химик составы, тереклек эшчәнлегенең төп күренешләре һәм матдәләр алмашы буенча охшаш (гомологик);

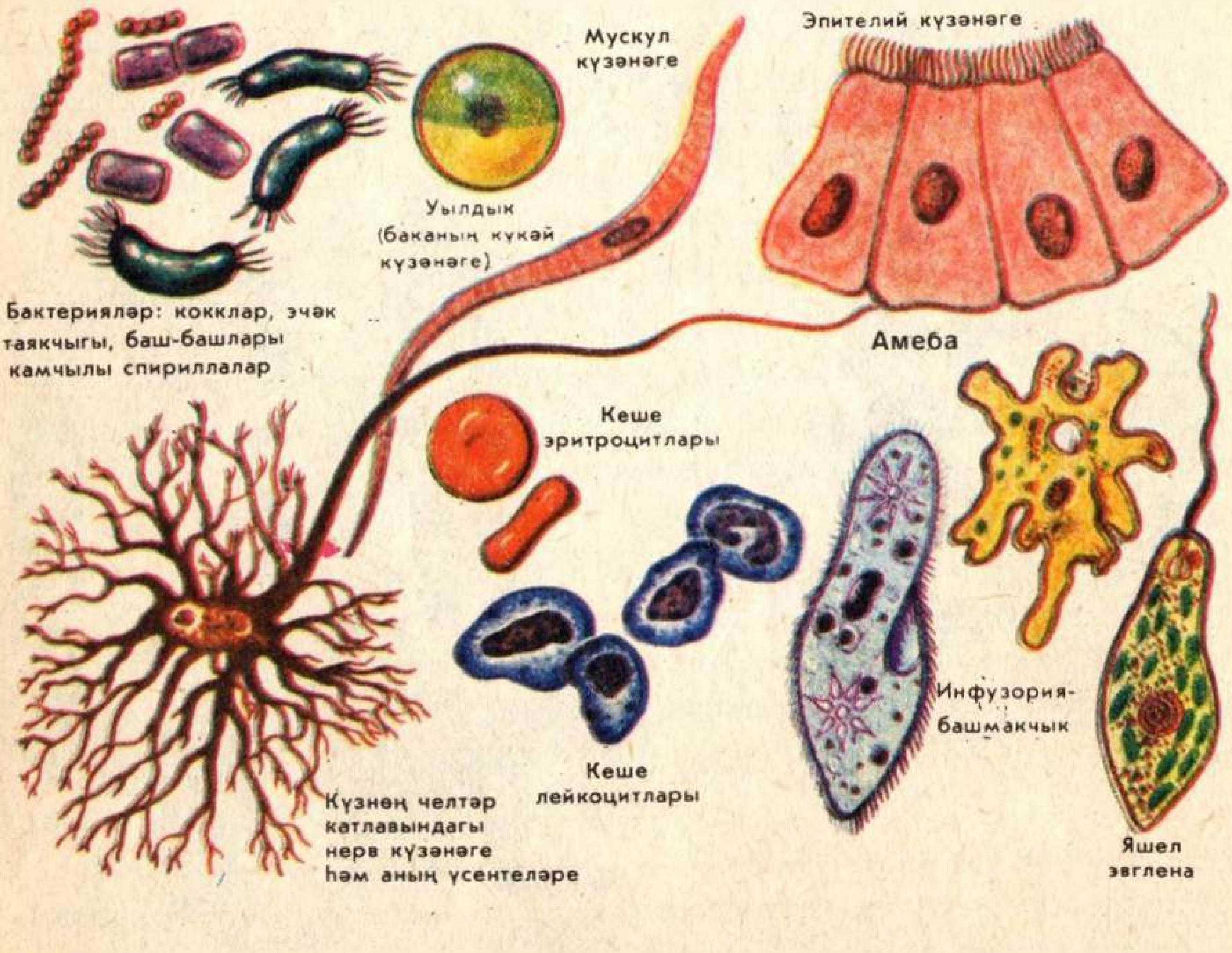
күзәнәкләр бүленеп үрчи, һәм һәр яңа күзәнәк беренчел (ана) күзәнәктән аның бүленүе нәтиҗәсендә барлыкка килә;



47. Хәзерге заман яктылык микроскобы *(сулда)* **һәм электрон-микроскоп** *(уңда)*.

катлаулы күпкүзәнәкле организмнарда күзәнәкләр үзләре башкара торган функцияләр буенча специальләшкән була һәм тукымаларга берләшә; тукымалар органнарны тәшкил итә, органнар үзара тыгыз бәйләнгән, алар нерв һәм гумораль системалар регуляциясенә буйсына.

Күзәнәкне фәнни өйрәнүнең авырулар серен ачу өчен зур әһәмияте бар. Нәкъ менә күзәнәкләрдә авырулар килеп чыгуга китерә торган патологик үзгәрешләр үсеш ала башлый. Авырулар үсешендә күзәнәкләрнең әһәмиятен аңлау өчен, берничә мисал китерик. Кешенең җитди авыруларыннан берсе — шикәр диабеты. Бу авыруның сәбәбе — организмдагы шикәр алмашын регуляцияләүдә катнашучы инсулин гормоны эшләп чыгара торган ашказаны асты бизенең бер төркем күзәнәкләре үзләренең эшчәнлеген киметәләр. Рак шешләре үсешенә китерә торган яман сыйфатлы үзгәрешләр дә шулай ук күзәнәкләрдә башлана. Йорт куяннарында, тавыклар, казлар һәм үрдәкләрдә куркыныч кокцидиоз авыруын кузгатучы иң гади төзелешле паразитлар — кокци-



48. Беркүзәнәкле һәм күпкүзәнәкле организм күзәнәкләренең төрле формалары.

дийлар — эчәклек эпителиенә һәм бавыр күзәнәкләренә үтеп, шунда үсәләр һәм үрчиләр, матдәләр алмашын тулысынча бозалар, тора-бара күзәнәкләрне таркаталар ук. Кокцидиоз белән авырый торган хайваннарның ашкайнату системасы эшчәнлеге бик нык бозыла һәм, дәваламаган очракта, хайваннар үлә. Менә шуның өчен күзәнәкләрнең төзелешен, химик составын, матдәләр алмашын һәм тереклек эшчәнлегенең барлык күренешләрен өйрәнү биологиядә генә түгел, бәлки медицина һәм ветеринариядә дә бик кирәк.

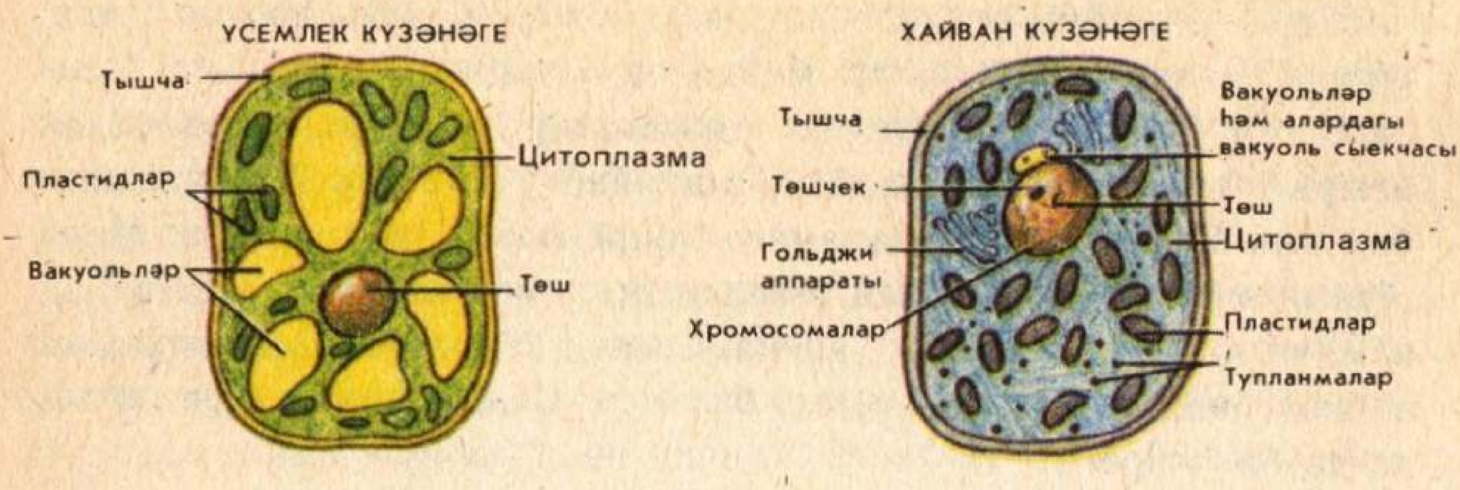
Төрле-төрле беркүзәнәкле һәм күпкүзәнәкле организмнарның күзәнәкләрен яктылык микроскобы һәм электрон-микроскоп [4?] ярдәмендә өйрәнү үзләренең төзелешләре буенча аларның ике төркемгә бүленүен күрсәтте. Бер төркемне бактерияләр һәм яшькелт-зәңгәр суүсемнәр тәшкил итә [48]. Бу организмнарның күзәнәкләре иң гади төзелешле. Аларны төшлеләргә кадәрге *(прокариотик)* организмнар дип атыйлар, чөнки аларда төзек (формалашкан) төш юк (грекча «карион» — төш) һәм *органоидлар* дип аталган күп кенә структуралар да юк. Калган барлык организмнар икенче төркемне тәшкил итәләр. Беркүзәнәкле яшел суүсемнәрдән һәм иң гади төзелешлеләрдән алып югары төзелешле чәчәкле үсемлекләр, имезүчеләргә кадәр булган барлык организмнар, шул исәптән кеше дә, шушы төркемгә керә. Боларның күзәнәкләре катлаулы төзелешле — аларны *күзәнәге төшле (эукариотик)* организмнар дип атыйлар. Бу күзәнәкләрнең специфик функцияләр башкаручы төше һәм органоидлары бар [48].

Тереклекнең үзенә бертөрле күзәнәксез формасын вируслар тәшкил итә. Аларны өйрәнү белән вирусология фәне шөгыльләнә.

1. Цитология нәрсәне өйрәнә? 2. Күзәнәк теориясе кайчан һәм кем тарафыннан иҗат ителгән? 3. Күзәнәк теориясенең төп фикерләрен ачып бирегез.

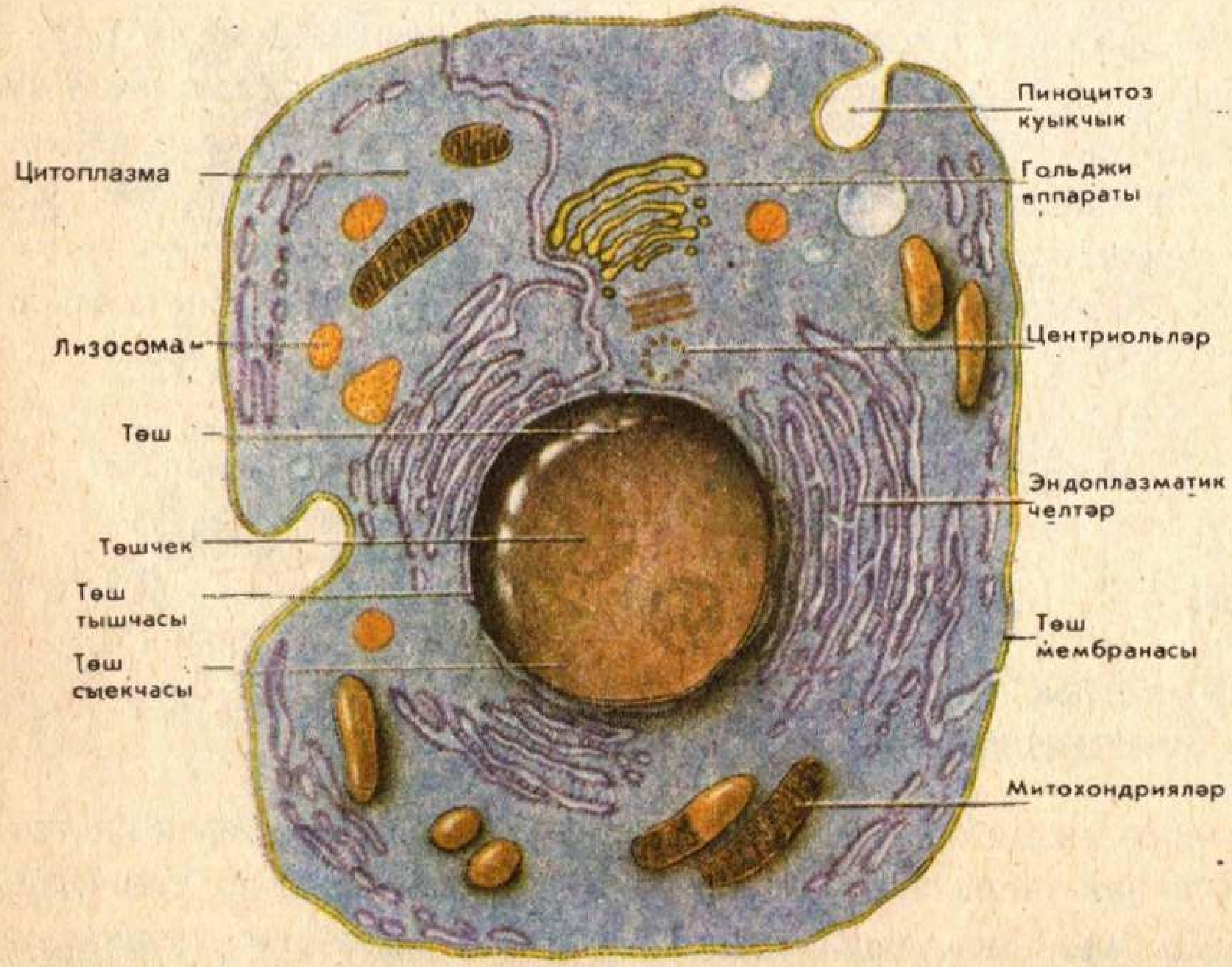
32. Күзәнәк тышчасының төзелеше һәм функцияләре

Теләсә нинди организмның күзәнәге — бербөтен терек система ул. Күзәнәк үзара аерылгысыз бәйләнгән өч өлештән: тышчадан, цитоплазма һәм төштән тора. Күзәнәк тышчасы тышкы тирәлек белән һәм күпкүзәнәкле организмнарда күрше күзәнәкләр белән үзара бәйләнеш урнаштыру функциясен башкара.



49. Күзәнәкләр төзелешенең яктылык микроскобы күрсәтүе буенча ясалган схемасы.

Күзәнәк тышчасы. Күзәнәк тышчасының төзелеше катлаулы. Ул тышкы катлаудан һәм аның астында урнашкан плазматик мембранадан тора. Хайван һәм үсемлек күзәнәкләре 49, 50, 51 тышкы катлауның төзелеше буенча аерылалар. Үсемлекләрдә, шулай ук бактерияләр, яшькелт-зәңгәр суүсемнәр һәм гөмбәләрдә күзәнәкнең өске ягында тыгыз тышча, яки күзәнәк тышчасы урнашкан. Үсемлекләрнең күпчелегендә ул клетчаткадан тора.



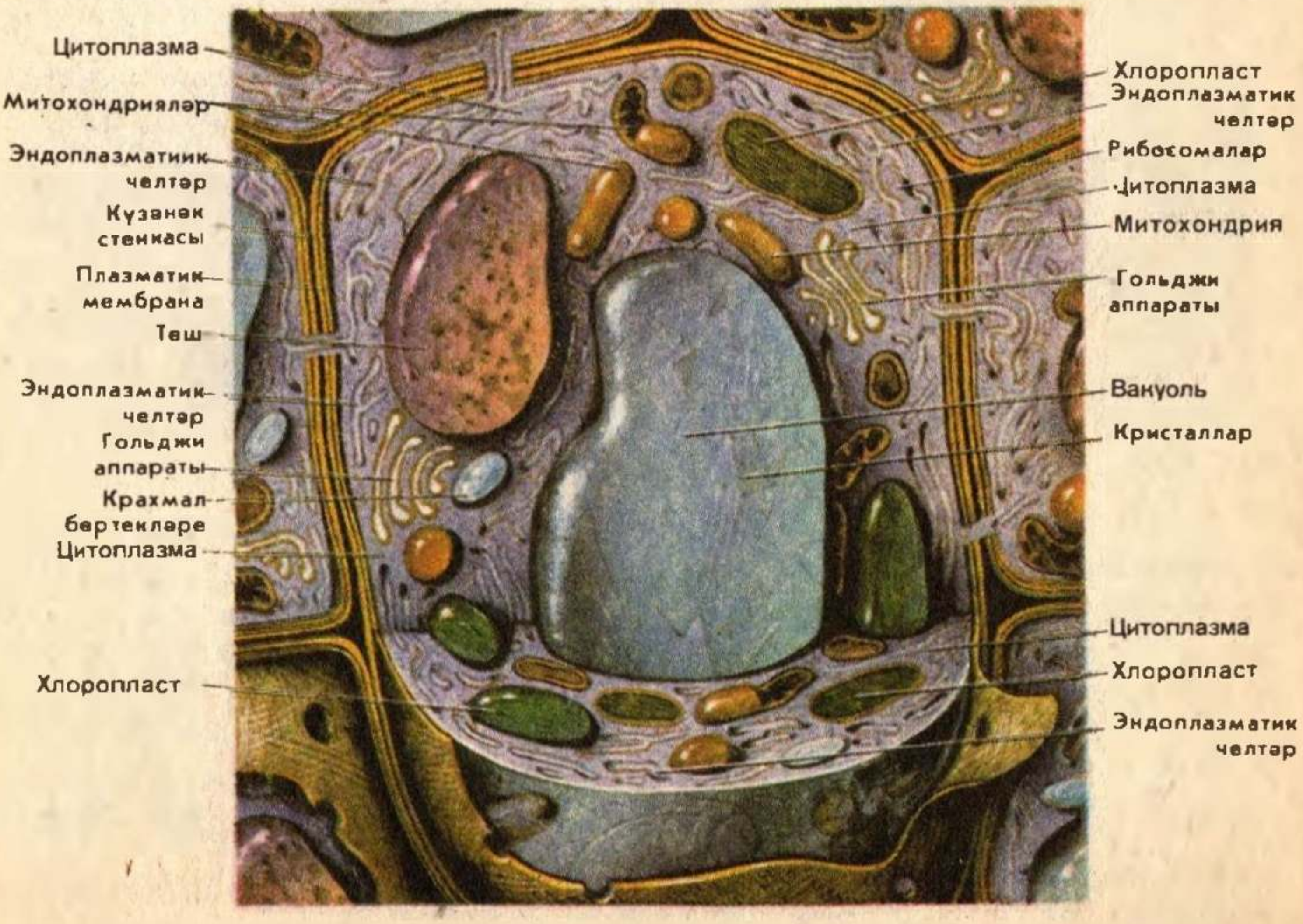
50. Хайван күзәнәге төзелешенең электрон-микроскоп күрсәтүе буенча ясалган схемасы.

Күзәнәк тышчасы гаять мөһим роль уйный: ул тышкы каркасны, саклагыч тышчаны тәшкил итә, үсемлек күзәнәкләренең тургорын (күзәнәк тышчасын киерелдереп торучы эчке басымны) тәэмин итә; күзәнәк тышчасы аша су, тозлар, күп кенә органик матдәләрнең молекулалары үтә.

Хайван күзәнәкләренең 49, 50 тышкы катлавы, үсемлек күзәнәкләре тышчасыннан аермалы буларак, бик юка, эластик. Ул төрле-төрле полисахаридлардан, аксымнардан тора һәм яктылык микроскобында күренми. Хайван күзәнәкләренең өске катлавы *гликокаликс* дип йөртелә.

Гликокаликс иң башлап күзәнәкне тышкы тирәлек һәм андагы барлык матдәләр белән турыдан-туры үзара бәйләнешкә кертү функциясен үти. Бик юка булганлыктан (1 мкм), хайван күзәнәгенең тышкы катлавы үсемлекләрнең күзәнәк тышчасына хас булган терәк ролен үтәми. Үсемлекләрнең күзәнәк тышчасы кебек үк, гликокаликс та күзәнәкләрнең үзләренең тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә ясала.

Плазматик мембрана. Гликокаликс, шулай ук үсемлек күзә-



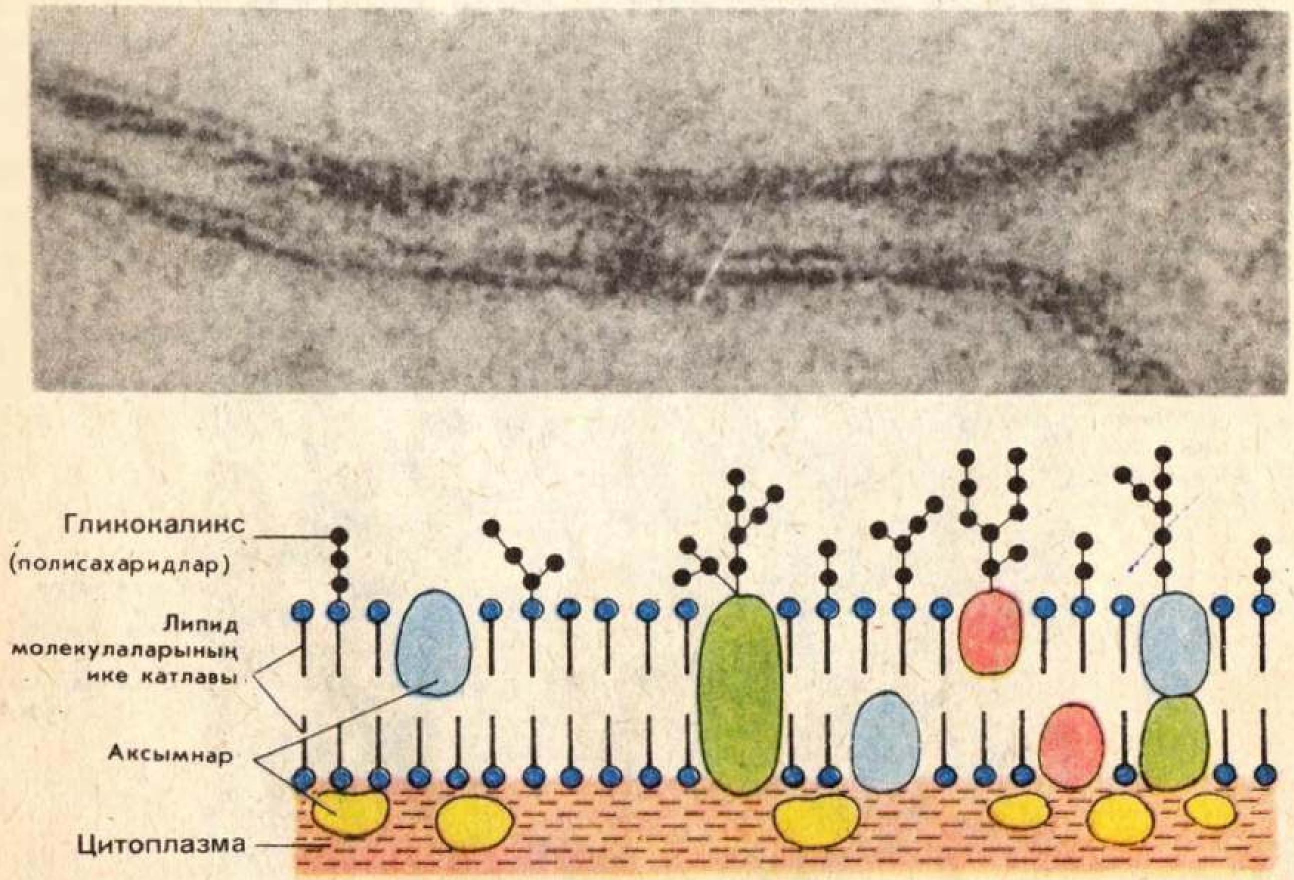
51. Үсемлек күзәнәге төзелешенең электрон-микроскоп күрсәтүе буенча ясалган схемасы.

нәге тышчасы астында, цитоплазма 52 белән турыдан-туры чиктәш, *плазматик мембрана* (лат. «мембрана» — тиречек, яры) урнашкан. Плазматик мембрананың калынлыгы 10 нм чамасы, аның төзелешен һәм функцияләрен бары тик электрон-микроскоп ярдәмендә генә өйрәнергә мөмкин.

Плазматик мембрана составына аксымнар һәм липидлар керә. Алар билгеле бер тәртиптә урнашкан һәм бер-берсе белән үзара химик тәэсир итешүләр аша тоташкан. Хәзерге заман карашлары буенча, плазматик мембранада липид молекулалары ике рәт булып урнашкан һәм тоташ катлау хасил итә 52. Аксым молекулалары тоташ катлау барлыкка китерми, 52 рәсемдә күрсәтелгәнчә, алар липид катлавында төрле тирәнлеккә кереп урнаша.

Аксым һәм липид молекулалары хәрәкәтчән, бу исә плазматик мембрананың динамикалылыгын тәэмин итә.

Плазматик мембрана күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә хәлиткеч әһәмияткә ия күп кенә мөһим функцияләр башкара. Шул функцияләрнең берсе менә нидән гыйбарәт — ул күзәнәкнең эчке җисемен тышкы тирәлектән чикләүче барьер булып тора. Әм-



52. Плазматик мембрана төзелеше (электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме — югарыда)

53. Ике янәшә күзәнәк мембраналарының электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме.
Күзәнәкләр тоташуының ныклыгын арттыручы тышкы мембрана җыерчалары һәм чыгынтылары яхшы күренә. 30 000 тапкыр зурайтылган.

ма күзәнәк белән аны чолгап алган тирәлек арасында даими рәвештә матдәләр алмашы бара. Тышкы тирәлектән күзәнәккә су, аерым ионнар рәвешендә төрле-төрле тозлар, неорганик һәм органик матдәләрнең молекулалары керә. Алар күзәнәккә плазматик мембрананың бик тар каналлары аша үтеп керә. Күзәнәктә хасил булган матдәләр тышкы тирәлеккә чыгарыла. Матдәләрне күчереп йөртү — плазматик мембрананың төп функцияләреннән берсе.

Алмашу продуктлары, шулай ук күзәнәктә синтезланган матдәләр күзәнәктән плазматик мембрана аша чыгарыла. Бу матдәләргә һәртөрле аксымнар, углеводлар, бизләрнең күзәнәкләре эшчәнлегеннән барлыкка килгән гормоннар керә һәм алар күзәнәкне чолгап алган тирәлеккә вак тамчылар рәвешендә чыгарыла.

Күпкүзәнәкле хайваннарның төрле тукымаларын (эпителиаль, мускул тукымалары һ. б.) төзегән күзәнәкләр үзара плазматик мембрана белән тоташалар. Ике күзәнәк тоташкан урында күзәнәкләрнең һәрберсенең мембранасы җыерчалар яки чыгынтылар хасил итә ала, болар исә аларга аеруча ныклык бирә [53].

Үсемлек күзәнәкләрен үзара цитоплазма тулган һәм плазматик мембрана чикләгән нәзек каналлар тоташтыра. Күзәнәк тышчасы аша үткән әлеге каналлар буйлап бер күзәнәктән икенчесенә азык матдәләре, ионнар, углеводлар һәм башка кушылмалар кереп тора.

Хайван күзәнәкләренең күбесенең, мәсәлән төрле эпителийларның өслегендә цитоплазманың плазматик мембрана белән капланган бик вак үсентеләре — микроворсинкалары була. Азык-

54. Пиноцитоз схемасы. **Амебада фагоцитоз.**

ны интенсив кайнату һәм сеңдерү барган эчәклек күзәнәкләренең өслегендә микроворсинкалар иң күп санда була.

Фагоцитоз. Органик матдәләрнең, мәсәлән аксымнар һәм полисахаридларның, эре молекулалары, азык кисәкчекләре, бактерияләр күзәнәккә фагоцитоз (грекча «фагео» — ашау) юлы белән үтеп керә. Фагоцитозда плазматик мембрана турыдан-туры катнаша [54]. Күзәнәк өслегенә нинди дә булса каты матдә кисәкчеге орынып торса, шул урында мембрана бөгелә, батынкылык хасил итә һәм кисәкчекне әйләндереп ала, мембранага төрелгән кисәкчек күзәнәк эченә батып керә. Ашкайнату *вакуоле* барлыкка килә һәм анда күзәнәккә кергән органик матдәләр кайнатыла.

Фагоцитоз хайваннар дөньясында киң таралган. Амебалар, инфузорияләр һәм башка иң гади төзелешле организмнарның туклану ысулы — фагоцитоз. Умырткалы хайваннарда һәм кешедә кайбер күзәнәкләр генә, мәсәлән, лейкоцитлар гына, фагоцитозга сәләтле. Бу күзәнәкләр, организмга очраклы рәвештә эләккән бактерияләрне, шулай ук төрле-төрле каты кисәкчекләрне йотып, организмны авыру кузгатучы микроорганизмнардан һәм чит кисәкчекләрдән саклыйлар. Үсемлекләрнең, бактерия һәм яшькелт-зәңгәр сүүсемнәрнең күзәнәк тышчасы фагоцитозга комачаулый, шуңа күрә аларда күзәнәккә матдәләр керүнең бу юлы юк.

Пиноцитоз. Плазматик мембрана аша күзәнәккә эрегән һәм йөзмә хәлдә төрле матдәләре булган сыеклык тамчылары да үтеп керә.

Вак тамчылар рәвешендәге сыеклыкны йоту су эчүне хәтерләтә, һәм бу күренеш *пиноцитоз* (грекча «пино» — эчәм) дип ата-

ла. Сыеклыкны йоту процессы фагоцитоз белән охшаш. Сыеклык тамчылары мембранага төрелгән хәлдә цитоплазмага батып керәләр [54]. Күзәнәккә су белән бергә эләккән органик матдәләр цитоплазмадагы ферментлар тәэсирендә кайнатыла башлыйлар.

Пиноцитоз табигатьтә киң таралган, һәм аны хайван, үсемлек, гөмбә, бактерия һәм яшькелт-зәңгәр суүсемнәрнең күзәнәкләре башкара.

Фаго- һәм пиноцитоз процесслары, ионнар һәм молекулаларның күчерелүе күзәнәктә хасил булган энергия исәбенә бара (167 бит).

1. Үсемлек һәм хайван күзәнәкләре тышчасының төзелешен чагыштырыгыз. 2. Матдәләрнең күзәнәккә үтеп керүе ничек башкарыла? 3. Гликокаликс, күзәнәк тышчасы һәм плазматик мембрананың төп функцияләре нинди?

33. Цитоплазма һәм аның органоидлары: эндоплазматик челтәр, митохондрияләр һәм пластидлар

Цитоплазма. Тышкы тирәлектән плазматик мембрана белән чикләнгән *цитоплазма* күзәнәкнең ярым сыек эчке тирәлеген тәшкил итә. Эукариотик күзәнәкләрнең цитоплазмасында төш һәм төрле органоидлар урнашкан. Төш цитоплазманың үзәк өлешендә урнашкан. Цитоплазмада төрле тупланмалар — күзәнәк эшчәнлеге матдәләре, вакуольләр, шулай ук күзәнәкнең скелетын төзүче бик вак көпшәчекләр һәм җепләр җыелган. Цитоплазманың төп матдәсе составында аксымнар өстенлек итә. Цитоплазмада матдәләр алмашының төп процесслары бара, цитоплазма төш һәм барлык органоидларны бербөтен итеп берләштерә, аларның үзара бәйләнешен, күзәнәкнең бербөтен терек система буларак эшләвен тәэмин итеп тора.

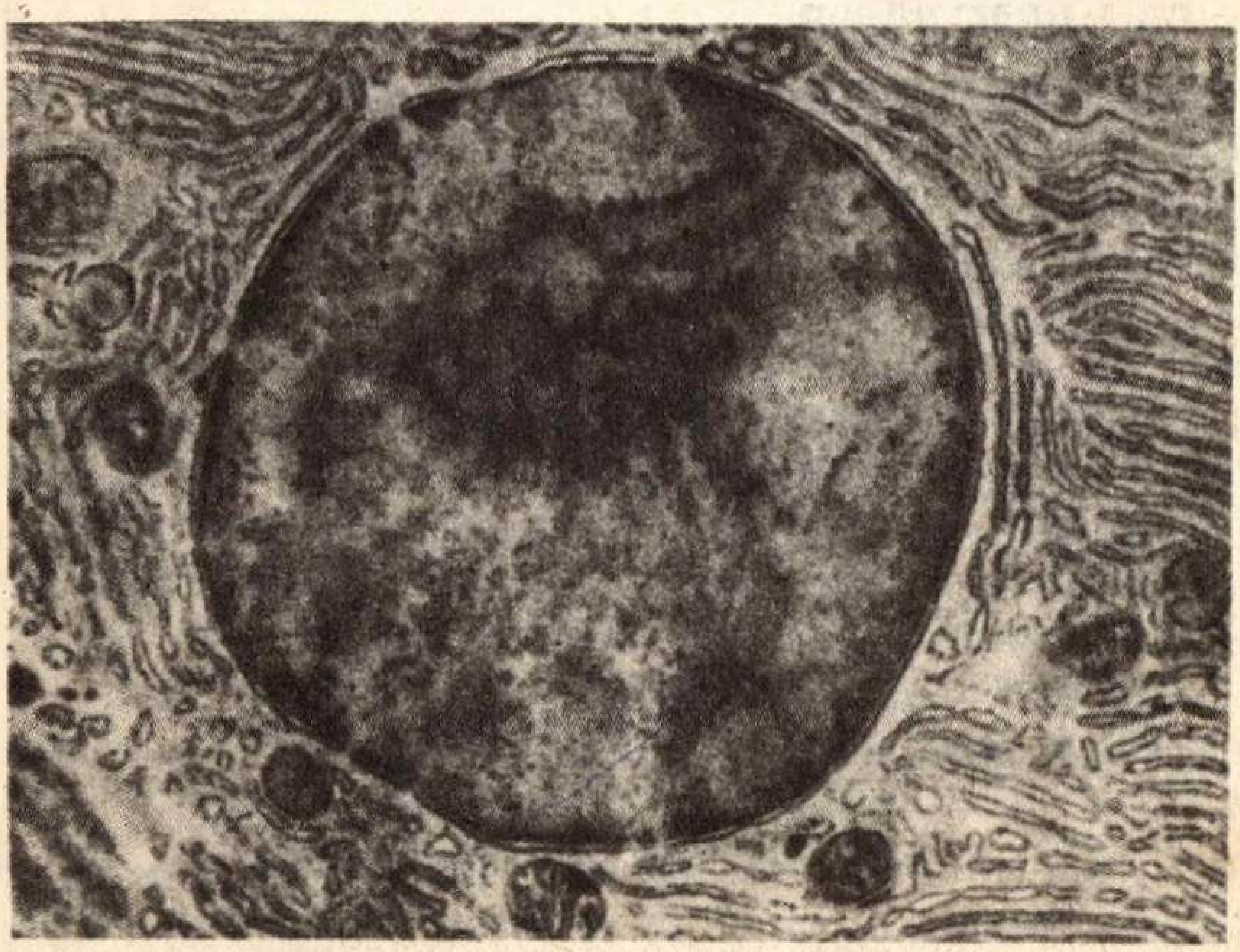
Эндоплазматик челтәр. Цитоплазманың барлык эчке зонасын күп санда вак каналлар һәм куышлыклар тәшкил итә. Алар структурасы буенча цитоплазматик мембранага охшаш мембраналары белән капланган. Бу каналлар тармаклана, бер-берсе белән тоташа һәм *эндоплазматик челтәр* [55, 56] барлыкка китерә.

Эндоплазматик челтәр үзенең төзелеше буенча бертөрле түгел. Аның ике тибы — грануляр [56] һәм шома [57] типлары билгеле. Грануляр челтәр каналлары һәм куышлыкларының

мембраналарында аларга кытыршылык бирүче бик күп вак түгәрәк тәнчекләр — *рибосомалар* урнаша 56. Шома эндоплазматик челтәр мембраналарының өслегендә рибосомалар булмый. Эндоплазматик челтәрнең функцияләре бик күп төрле. Грануляр эндоплазматик челтәрнең төп функциясе — аксым синтезында катнашу. Синтез рибосомаларда башкарыла.

Шома эндоплазматик челтәр мембраналарында липидлар һәм углеводлар синтезлана. Синтезның барлык бу продуктлары каналлар һәм куышлыкларда туплана, ә аннан күзәнәкнең төрле органоидларына күчерелә. Алар анда файдаланыла яки цитоплазмада күзәнәк тупланмалары сыйфатында җыела. Эндоплазматик челтәр күзәнәкнең төп органоидларын үзара тоташтыра 55.

Рибосомалар. Рибосомалар барлык организмнарның күзәнәкләрендә дә табылды. Алар — диаметры 15—20 нм булган түгәрәк микроскопик тәнчекләр. 58 рәсемдә күрсәтелгәнчә, һәр рибосома зурлыклары буенча тигез булмаган кечкенә һәм зур ике кисәкчектән тора.



55. Төшнең һәм эндоплазматик челтәрнең бер өлешенең электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме.
Эндоплазматик челтәрнең каналлары һәм эрерәк куышлыклары, озынча түгәрәк митохондрияләре; шулай ук төшнең вак-вак тишемле тышчасы, төш сыекчасы һәм төшчек күренә. 20 000 тапкыр зурайтылган.

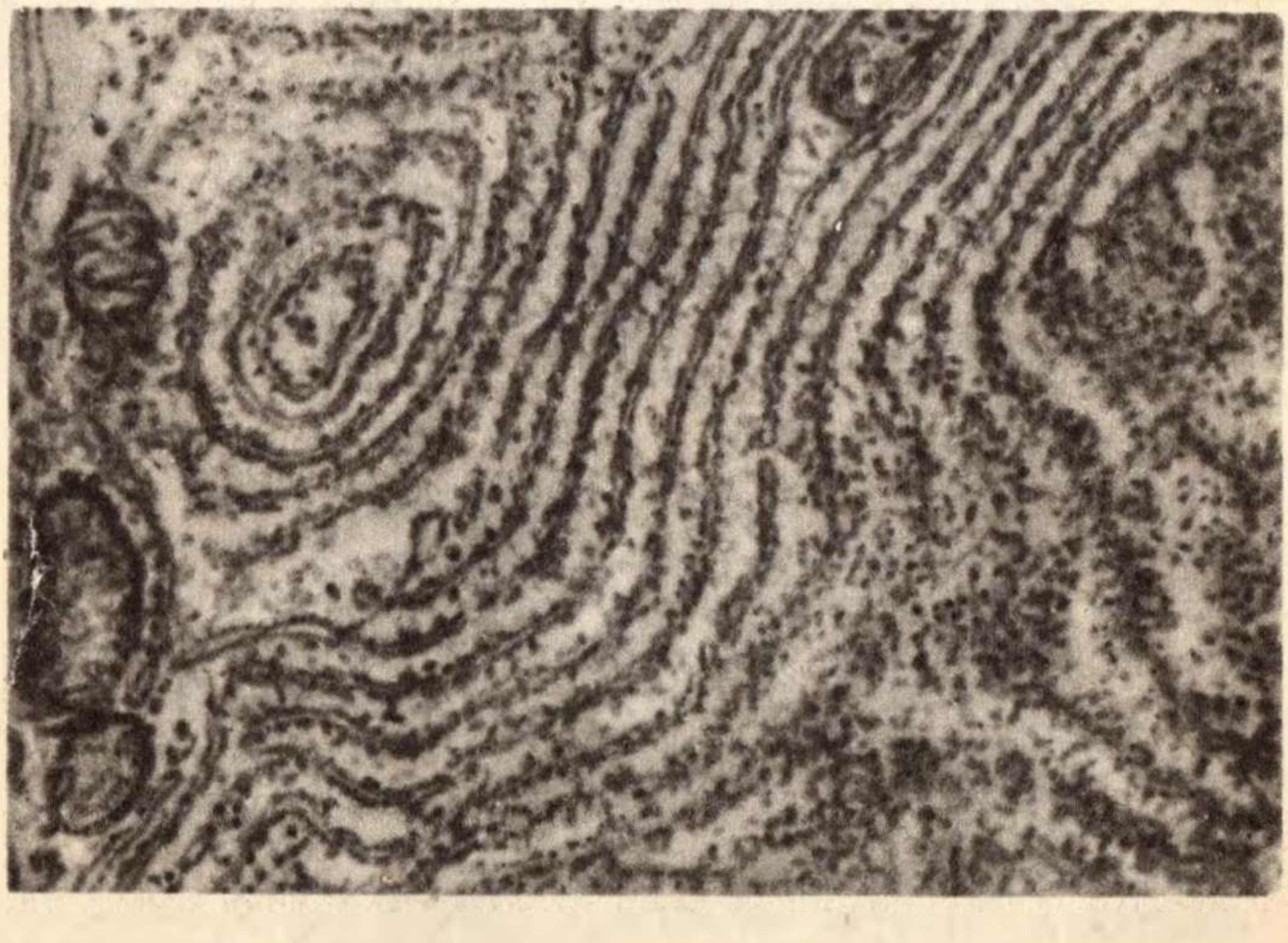
Бер күзәнәктә күп меңләгән рибосома була, алар я грануляр эндоплазматик челтәрнең мембраналарында яки цитоплазмада иркен яталар 1.

Рибосомалар составына аксымнар һәм РНК керә.

Рибосомаларның функциясе — **аксым синтезлау.** Аксым синтезы — катлаулы процесс, аны бер рибосома гына түгел, бәлки берничә дистә рибосомалардан торган бөтен бер группа башкара. Мондый группаны полисома дип атыйлар 58.

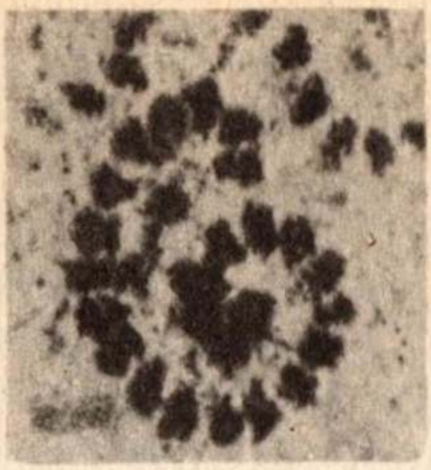
Синтезланган аксым башта грануляр эндоплазматик челтәр каналларында һәм куышлыкларында туплана, ә аннан күзәнәкнең башка өлешләренә һәм органоидларына күчерелеп, шунда кулланыла. Эндоплазматик челтәр һәм аның мембраналарында урнашкан рибосомалар, аксымнар синтезлау һәм күчерүнең бердәм аппаратын тәшкил итә.

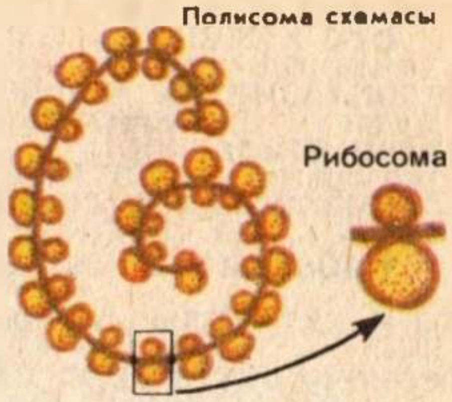
Митохондрияләр. Хайван һәм үсемлек күзәнәкләренең күбесенең цитоплазмасында вак тәнчекләр (0,2—7 мкм) — *митохондрияләр* бар (грекча «митос» — җеп, «хондрион» — бөртек, гранула; 50, 59).



56. Мембраналары өстендә рибосомалары (түгәрәк карасу тәнчекләр) булган грануляр эндоплазматик челтәрнең электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме. 70 000 тапкыр зурайтылган.

57. Шома эндоплазматик челтәр.





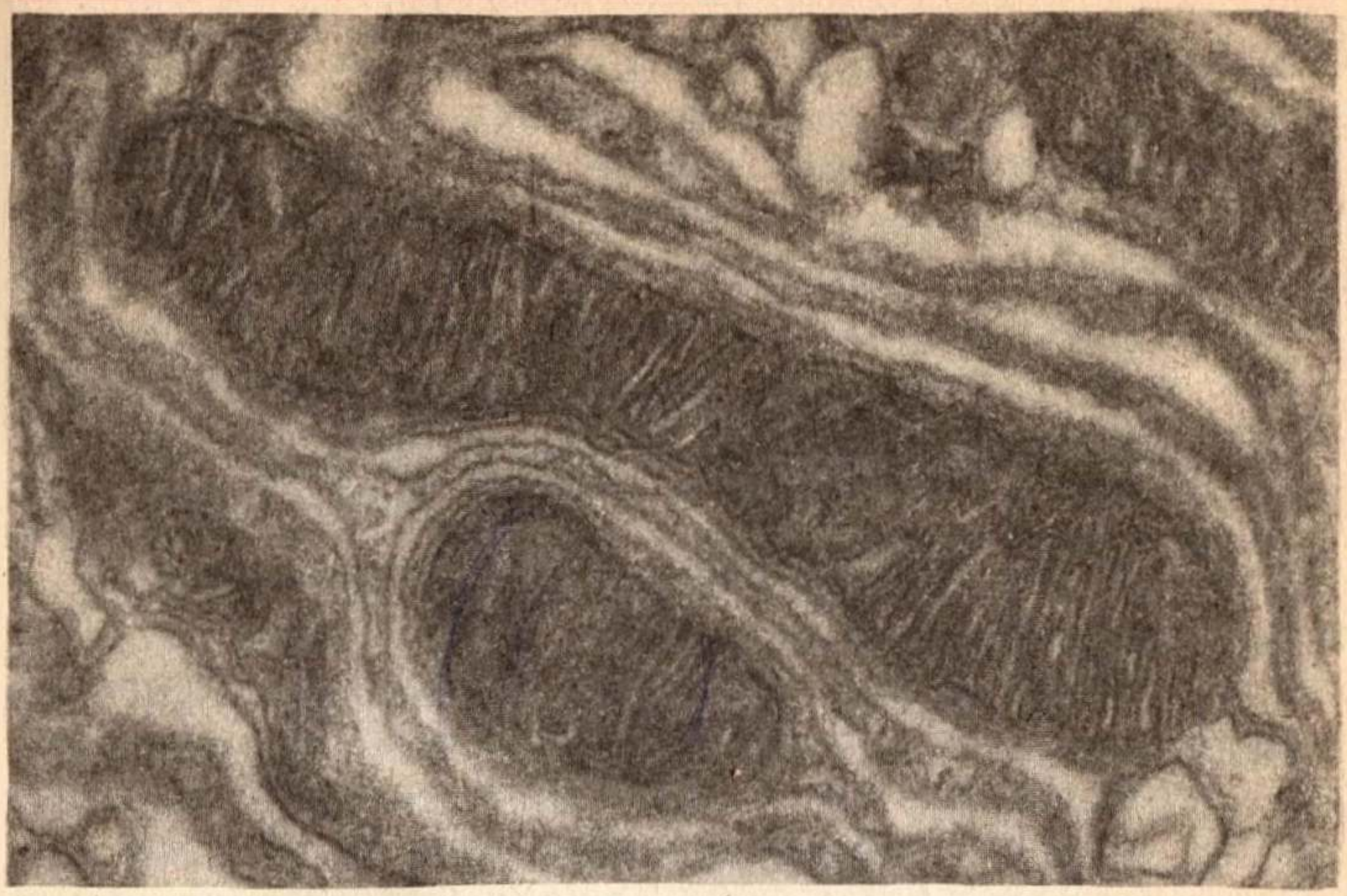
58. Полисоманың электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме һәм полисома белән рибосоманың схемасы.

Митохондрияләр яктылык микроскобында яхшы күренә. Микроскоп ярдәмендә аларның формаларын, күзәнәктә урнашуларын күрергә, санын исәпләргә мөмкин. Митохондрияләрнең эчке төзелеше электрон-микроскоп ярдәмендә өйрәнелде 60. Рәсемдә күренгәнчә, митохондриянең тышчасы ике мембранадан — эчке һәм тышкы мембранадан тора. Тышкы мембрана шома, ул бернинди дә җыерчалар һәм чыгынтылар хасил итми. Эчке мембрана, киресенчә, митохондриянең эчке куышлыгына таба юнәлгән бик күп җыерчалар хасил итә 60. Эчке мембрананың җыерчаларын сыртлар (кристы) дип атыйлар (лат. «криста» — сырт, чыгынты). Төрле күзәнәкләрнең митохондрияләрендә сыртларның саны бертөрле түгел. Алар берничә дистәдән алып берничә йөзгә кадәр булырга мөмкин, эшчәнлеге актив күзәнәкләрнең, мәсәлән мускул күзәнәкләренең, митохондрияләрендә сыртлар аеруча күп була.

Митохондрияләрне күзәнәкнең «көч бирүче станцияләре» дип әйтәләр, чөнки аларның төп функциясе — аденозинтрифосфор кислотасы (АТФ) синтезлау. Бу кислота барлык организмнарның күзәнәкләрендәге митохондрияләрдә синтезланып, күзәнәкләрнең һәм бөтен организмның тереклек эшчәнлеге процесс-ларын башкару өчен кирәкле энергиянең универсаль чыганагы булып тора.

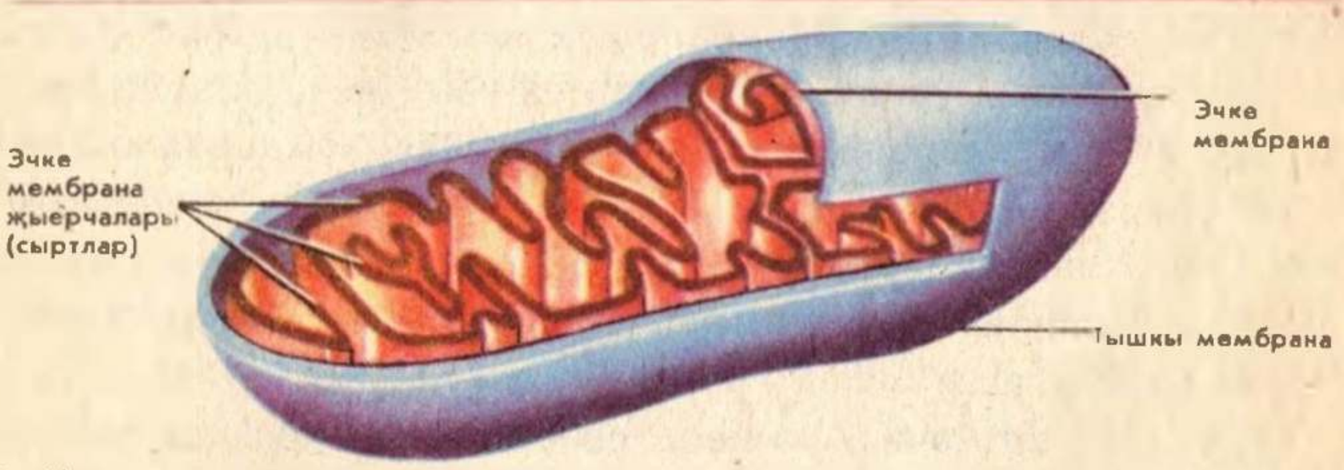
Күзәнәктә инде булган митохондрияләрнең бүленүеннән яңа митохондрияләр барлыкка килә.

Пластидлар. Пластидлар барча үсемлек күзәнәкләренең цитоплазмасында була. Хайван күзәнәкләрендә пластидлар булмый. Пластидларны төп өч типка бүлеп йөртәләр: яшел пластид-

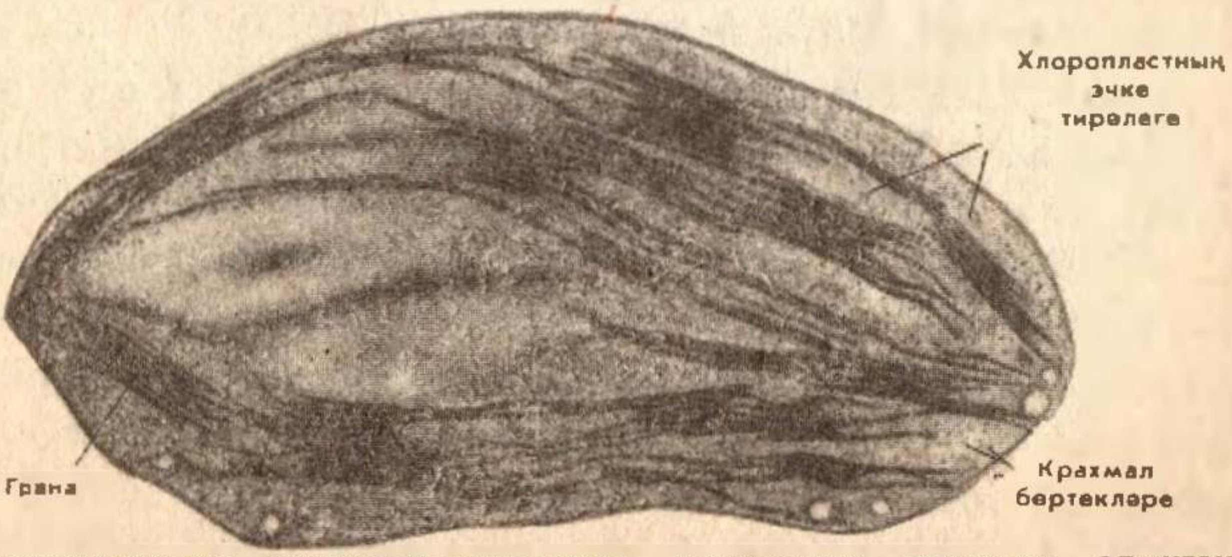


59. Митохондриянең электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме.

Тышкы һәм эчке мембраналар, сыртлар күренә. 40 000 тапкыр зурайтылган.



60. Митохондрия төзелешенең электрон-микроскоп күрсәтүе буенча ясалган схемасы.



61. Хлоропластның электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме. 40 000 тапкыр зурайтылган.

лар — хлоропластлар; кызыл, кызгылт-сары һәм сары пластидлар — хромопластлар; төссез пластидлар — лейкопластлар.

Хлоропластлар. Бу органоидлар үсемлекләрнең яфрак һәм башка яшел органнары күзәнәкләрендә, шулай ук төрле-төрле суүсемнәрдә була. Хлоропластлар 4—6 мкм зурлыгында, ешрак озынча түгәрәк формада. Югары төзелешле үсемлекләрнең бер күзәнәгендә гадәттә берничә дистә хлоропласт исәпләнә. Хлоропластларның яшел төсе аларда хлорофилл пигменты булуга бәйле. Хлоропласт — үсемлек күзәнәкләренең төп органоиды. Кояш энергиясе килеп торганда аңарда фотосинтез бара, ягъни органик булмаган матдәләрдән (CO_2 һәм H_2O) органик матдәләр (углеводлар) хасил була.

Төзелешләре буенча хлоропластлар митохондрияләр белән охшаш. Хлоропласт цитоплазмадан эчке һәм тышкы ике мембрана белән чикләнгән 61. Тышкы мембрана шома, җыерчасыз һәм чыгынтысыз, ә эчкесе хлоропласт эченә юнәлгән күп кенә җыерчалы чыгынтылар хасил итә. Шуңа күрә хлоропласт эчендә үзенә бертөрле структуралар — граналар — хасил итә торган күпсанлы мембраналар тупланган. Граналар вак акчалар өеме шикелле өелгәннәр 61. Граналарның мембраналарында хлорофилл молекулалары урнаша, фотосинтез нәкъ менә аларда бара. АТФ шулай ук хлоропластларда синтезлана. Хлоропластның эчке мембраналары арасында ДНК, РНК һәм рибосомалар була. Димәк, митохондрияләрдәге кебек үк, хлоропластларда да бу органоидлар эшчәнлеге өчен кирәкле аксым синтезлана. Хлоропластлар бүленү юлы белән үрчи.

Хромопластлар чәчәк, җимеш, сабак, яфрак күзәнәкләренең цитоплазмасында була. Чәчәк таҗларының, өлгергән җимешләрнең, көзге яфракларның сары, кызгылт-сары һәм кызыл төсләре хромопластларның булуы белән аңлатыла.

Лейкопластлар төссез була. Алар үсемлекнең төссез өлешләрендә, мәсәлән, ботак, тамыр, бүлбе күзәнәкләренең цитоплазмасында була. Лейкопластларның формалары бик күп төрле. Бәрәңге бүлбеләренең лейкопластлары (аларда крахмал бөртекләре туплана) киң таралган лейкопластларга мисал була ала.

Хлоропластлар, хромопластлар һәм лейкопластлар үзара әверелешкә сәләтле. Мәсәлән, җимешләр өлгергәндә яки көзен яфракларның төсе үзгәргәндә хлоропластлар хромопластларга әвереләләр, ә лейкопластлар хлоропластларга әверелергә мөмкин (мәсәлән, бәрәңге бүлбеләре яшелләнгәндә).

1. 50 нче рәсемнән цитоплазманың органоидларын табып күрсәтегез. 2. Эндоплазматик челтәр, рибосома, митохондрия, хлоропластларның төзелеше һәм функцияләре нинди? 3. Үсемлек күзәнәгендә пластидларның нинди типлары була һәм аларның роле нинди? 4. Митохондрияләр һәм хлоропластларның функцияләрен чагыштырыгыз.

34. Гольджи аппараты, лизосомалар һәм цитоплазманың башка органоидлары. Тупланмалар

Гольджи аппараты. Хайван күзәнәкләренең күбесендә, мәсәлән нерв күзәнәкләрендә, ул катлаулы челтәр формасында төш әйләнәсенә урнаша. Үсемлекләр һәм иң гади төзелешлеләрнең күзәнәкләрендә Гольджи аппараты урак яки таякчыксыман формадагы аерым тәнчекләрдән тора. Формасы белән бу органоид бик төрле булуга карамастан, үсемлек һәм хайван организмнарында аның төзелеше охшаш.

Гольджи аппараты составына мембраналар белән чикләнгән һәм группалап (5—10) урнашкан куышлыклар; куышлыкларның очларында урнашкан эреле-ваклы куыкчыклар 62 керә. Рәсемдә күренгәнчә, барлык бу элементлар бер бөтен комплекс төзиләр.

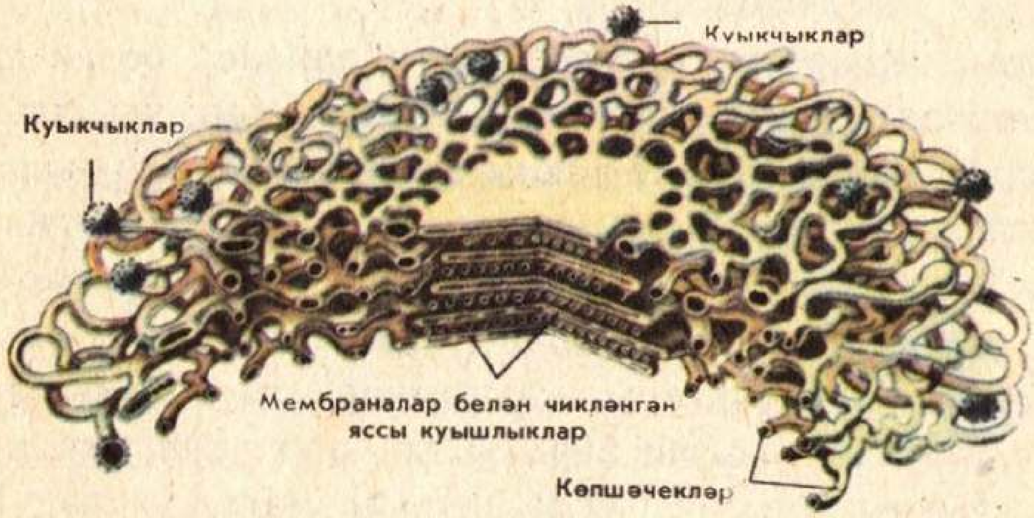
Гольджи аппараты күп кенә әһәмиятле функцияләр башкара. Эндоплазматик челтәр каналлары буйлап аңа күзәнәкнең синтетик эшчәнлеге продуктлары — аксымнар, углеводлар һәм майлар күчерелә. Бу матдәләрнең барысы да башта туплана, аннан, эре һәм вак куыкчыклар рәвешендә цитоплазмага күчәләр, һәм күзәнәк эшчәнлегенең төрле процессларында тотылалар яки күзәнәктән тышкы тирәлеккә чыгарылалар һәм организмда файдаланылалар. Мәсәлән, имезүчеләрнең ашказаны асты бизе күзәнәкләрендә ашкайнату ферментлары синтезланып, органоид куышлыкларында туплана. Моннан соң ферментлар белән тулган куыкчыклар барлыкка килә. Алар күзәнәкләрдән ашказаны асты бизе юлына чыгарыла, аннан эчәклек куышлыгына күчә. Бу органоидның тагы бер мөһим функциясе шуннан гыйбарәт: аның мембраналарында күзәнәктә файдаланыла һәм мембраналар составына керә торган майлар, углеводлар (полисахаридлар) синтезлана. Гольджи аппараты эшчәнлеге аркасында плазматик мембрана яңара һәм үсә.

Лизосомалар (грекча «лизео» — эретәм, «сома» — тән) кечкенә түгәрәк тәнчекләр 63. Һәр лизосома цитоплазмадан

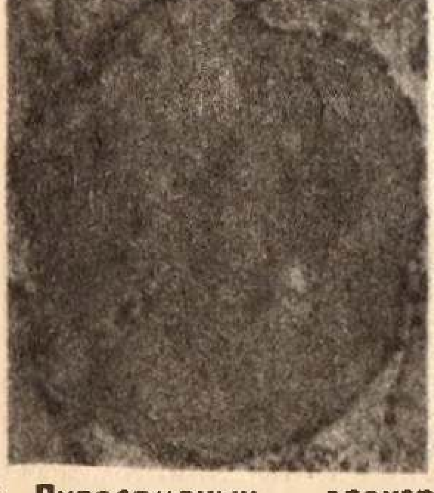
тыгыз мембрана белән чикләнгән. Лизосомалар эчендә аксым, май, углевод, нуклеин кислоталарын тарката торган ферментлар бар.

Цитоплазмага кергән азык кисәкчегенә лизосомалар якын килә, аның белән кушыла һәм бер ашкайнату вакуоле (156 бит) хасил була, аның эчендәге азык кисәкчеге лизосомаларның ферментлары чолганышында кала. Азык кисәкчеге кайнатылудан барлыкка килгән матдәләр цитоплазмага эләгә һәм аларны күзәнәк файдалана.

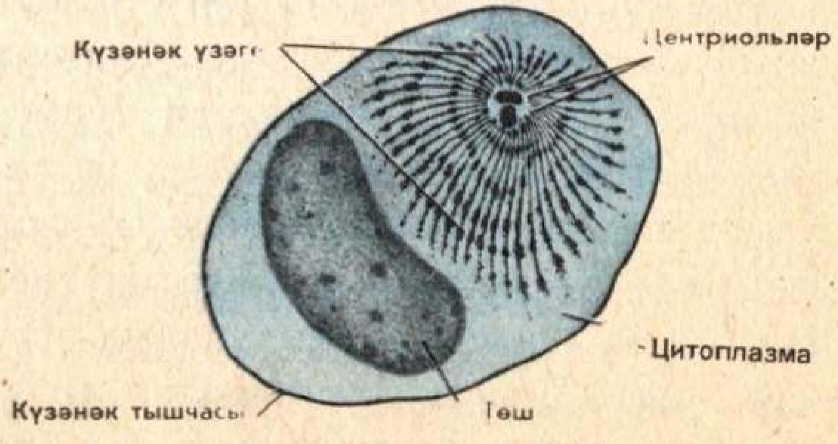
Азык матдәләрен актив кайнату сәләтенә ия лизосомалар тереклек эшчәнлеге процессында һәлак булган күзәнәкләрне өлешләп яки тулысы белән һәм хәтта органнарны юкка чыгаруда катнашалар. Мәсәлән, бака чукмарбашының койрыгы юкка чыгуы лизосома ферментлары тәэсирендә башкарыла.



62. Гольджи аппараты төзелешенең электрон-микроскоп күрсәтүе буенча ясалган схемасы.



63. Лизосоманың электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме. 63 000 тапкыр зурайтылган.



64. Саламандраның җитлегеп килүче җенес күзәнәгендә күзәнәк үзәге.

65. Күзәнәк тупланмалары.

Яңа лизосомалар күзәнәктә даими рәвештә барлыкка килеп тора. Лизосомалардагы ферментлар, теләсә кайсы башка аксымнар кебек үк, цитоплазма рибосомаларында синтезланалар. Аннан бу ферментлар эндоплазматик челтәр каналлары буенча Гольджи аппаратына үтәләр, аның куышлыкларында лизосомалар формалаша. Шул рәвештәге лизосомалар цитоплазмага керәләр.

Күзәнәк үзәге. Хайваннарның күзәнәкләрендә төштән ерак түгел генә урнашкан органоид була, аны күзәнәк үзәге дип атыйлар. Күзәнәк үзәгенең төп өлеше цитоплазманың тыгыз кечерәк бер өлешендә урнашкан ике кечкенә тәнчектән — центриольләрдән тора 64. Һәр центриоль 1 мкм га кадәр озынлыктагы цилиндр формасында була. Центриольләр күзәнәк бүленгәндә бик мөһим роль уйныйлар; алар бүленү орчыгы барлыкка китерүдә катнашалар.

Күзәнәкнең хәрәкәт органоидлары. Боларга барыннан да элек керфекчекләр һәм камчылар — күзәнәкнең сыек тирәлектә хәрәкәт итүгә җайланган бик вак чәч кебек үсентеләре керә 48. Керфекчекләр һәм камчылар беркүзәнәклеләрдә дә, күпкүзәнәкле организмнарда да киң таралган. Иң гади төзелешлеләрдән камчылылар камчылары ярдәмендә хәрәкәтләнә. Күпкүзәнәкле хайваннарда камчылар ярдәмендә сперматозоидлар хәрәкәтләнә.

Инфузорияләрнең хәрәкәт органоидлары — керфекчекләр. Мәсәлән, инфузория-башмакчыкның тән өслегендә 15 000 гә якын керфекчек бар, ул шулар ярдәмендә суда бик тиз йөзә. Умырткалы хайваннарның һәм кешенең сулыш системасындагы һава йөрү юллары күзәнәкләрен меңләгән керфекчекләр каплый. Бу керфекчекләр бер юнәлештә хәрәкәт итә һәм сыеклык агышын

булдыра, шуның нәтиҗәсендә организмнан каты кисәкчекләр, мәсәлән тузан бөртекләре, тышка чыгарыла.

Күпкүзәнәкле барлык хайваннар һәм кеше мускуллар кыскаруы ярдәмендә хәрәкәт итәләр. Мускул җепселләренең кыскару структурасы булып миофибриллалар, ягъни диаметры якынча 1 мкм га, озынлыгы 1 см га җиткән нечкә җепләр хезмәт итә.

Күп кенә беркүзәнәкле организмнар һәм хайван күзәнәкләре ялган аяклар ярдәмендә хәрәкәтләнә [48]. Аларга иң гади төзелешлеләрдән амебалар, хайваннарның күп кенә күзәнәкләре, лейкоцитлар, тоташтыргыч тукыманың кайбер күзәнәкләре керә. Ялган аяклар ярдәмендә хәрәкәт итү ысулы амебача хәрәкәт исемен алды.

Үсемлекләрнең күпчелеге хәрәкәтсез, ягъни пространствода бер урыннан икенче урынга күчәргә сәләтле түгел. Үсемлекләрнең хәрәкәте аларның үсүендә, яфракларның хәрәкәтендә һәм күзәнәк цитоплазмасының күчешендә чагыла.

Күзәнәк тупланмалары. Күзәнәк тупланмаларына углеводлар, майлар һәм аксымнар керә. Барлык бу матдәләр цитоплазмада төрле зурлыктагы һәм формадагы тамчылар һәм бөртекләр рәвешендә туплана [65]. Алар күзәнәктә әледән-әле синтезланып тора һәм матдәләр алмашы процессында тотыла.

! 1. 50 һәм 51 рәсемнәрне карагыз, хайван һәм үсемлек күзәнәкләрендәге охшашлык һәм аерымлыкны ачыклагыз. 2. Нинди структуралар күзәнәкнең «скелет» функциясен үти? 3. Гольджи аппаратының төзелеше һәм функцияләре нинди? 4. Лизосомаларның функцияләре нинди? 5. Күзәнәк үзәге һәм күзәнәкнең хәрәкәт органоидлары нәрсәләр алар? ▲

35. Төш

Беркүзәнәкле һәм күпкүзәнәкле хайваннарның һәм үсемлекләрнең һәр күзәнәгендә төш була. Төшнең формасы һәм зурлыгы күзәнәкнең формасына һәм зурлыгына бәйле. Күзәнәкләрнең күпчелегендә бер төш була, һәм мондый күзәнәкләрне бертөшлеләр дип атыйлар. Ике, өч, берничә дистә һәм хәтта йөзләгән төшле күзәнәкләр дә бар. Болар — күптөшле күзәнәкләр. Алар, мәсәлән, иң гади төзелешлеләрдә, шулай ук умырткалы хайваннарның бавырында, сөяк җелегендә, мускулларында һәм тоташтыргыч тукымада очрый.

Күзәнәкнең тереклек итүе ике периодны үз эченә ала: бүлену

нәтиҗәсендә ике бала күзәнәк барлыкка килү периоды; ике бүленү арасындагы период, аны интерфаза дип атыйлар.

Төшнең төзелеше һәм функцияләре күзәнәк тереклегенең төрле периодларында төрлечә була. Күзәнәкнең бүленми торган вакытында төшнең тышчасы, төш сыекчасы, төшчеге, хромосомалары була.

Төш тышчасы төшне цитоплазмадан аера, ул эчке һәм тышкы ике мембранадан тора, ә алар арасында ярым сыек матдә белән тулган тар гына аралык кала [[redacted], 55]. Төш тышчасының эчке һәм тышкы мембраналарының төзелеше, плазматик мембрананыкы кебек үк. Төш тышчасында исәпсез күп гаять вак тишемнәр була, болар аша төштән цитоплазмага һәм цитоплазмадан төшкә аксымнар, углеводлар, майлар, нуклеин кислоталары, су һәм төрле-төрле ионнар кереп һәм чыгып тора, ягъни төш белән цитоплазма арасында бертуктаусыз матдәләр алмашы бара.

Төш сыекчасы — төшнең эчке тирәлеген тәшкил итүче ярым сыек матдә. Ул цитоплазмадан төш тышчасы белән чикләнә. Төш сыекчасында төшчекләр һәм хромосомалар урнашкан. Аңа цитоплазмадан төрле матдәләр кереп тора һәм төштән цитоплазмага чыга торган барлык матдәләр шунда җыела.

Төшчек — зурлыгы бик төрле, 1 дән 10 мкм га кадәр һәм аннан да артыграк булган тыгыз түгәрәк тәнчек [48, 50, 55]. Күзәнәк һәм организм тереклегенең төрле периодында төшчекләрнең саны да һаман үзгәреп тора, 1 дән 10 га кадәр һәм аннан да артып китә.

Төшчек составына РНК һәм аксым керә. Төшчекләр хромосомалар белән бәйләнгән, алар хромосомаларның билгеле бер участокларында барлыкка килә һәм аларда рибосомалар составына керә торган РНК синтезлана. Шуңа күрә төшчектә рибосоманың эре һәм вак кисәкчекләре формалаша. Төшчекләр күзәнәкнең бүленми торган вакытында формалашалар һәм аларны шул чакта гына күрергә мөмкин, ә күзәнәк бүленгәндә алар таркалалар.

Хромосомалар (грекча «хрома» — буяу, «сома» — тән) — төшнең иң әһәмиятле өлеше.

Төш бүленмәгәндә хромосомалар нечкә җепләр формасында була һәм шуңа күрә аларны яктылык микроскобында күрергә мөмкин түгел. Бу нечкә җепләрнең һәркайсы аксым белән кушылган ДНКның бер молекуласыннан гыйбарәт һәм алар 1 мм дан да озынрак булырга мөмкин. Төш бүленмәгәндә җепсыман

хромосомалар төш сыекчасында урнашалар һәм, үзара уреләләр, шуның өчен һәр хромосоманы аерым-аерым күрергә мөмкин булмый [50, 51, 55]. Әмма буйга бик нык сузылган җепсыман хромосомалар, шулай ук аларның участоклары электрон-микроскопта яхшы күренәләр.

Интерфаза периодында гына бара торган иң мөһим процесс — ДНК синтезы, шуның нәтиҗәсендә һәр хромосома икеләтә арта. Шуны искәртик, синтезның нигезендә ДНК молекуласының уникаль сәләте булган икеләтә арта алуы ята (бу турыда сез соңрак белерсез, 191 б.). ДНК синтезы интерфаза уртасында уза, һәм аның дәвамлылыгы хайван һәм үсемлек төрләренең төрлесендә төрлечә була. Мәсәлән, имезүчеләрнең күзәнәкләрендә бу процесс 6—10 сәг дәвам итә, һәм шул вакыт эчендә ДНКның һәр молекуласы үзенә охшаган шундый ук икенче молекула төзи. Димәк, синтез башланганга кадәр бер хромосома составына ДНКның бер молекуласы кергән булса, синтез тәмамланганнан соң һәр хромосома составына ДНКның нәкъ бертөрле ике молекуласы керә.

Интерфазаның бөтен дәвамында хромосомалар күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендәге барлык процессларга актив контроль ясап тора. Нәкъ менә интерфаза барганда төштә бертуктаусыз РНК, цитоплазмада аксымнар, углеводлар һәм майлар синтезлана, күзәнәкләр үсә. Болар барысы да интерфаза периодында күзәнәкнең эшләп торуын, туклану, АТФ синтезы, матдәләр алмашының төрле продуктларын тышкы тирәлеккә чыгаруны да кертеп, анда тереклек эшчәнлегенең бөтен процесслары баруын күрсәтә.

Интерфазада шулай ук митохондрияләрнең, хлоропластларның, Гольджи аппараты элементларының саны күбәя, күзәнәк үзегенең центриольләр саны икеләтә арта, ягъни күзәнәк бүленүгә әзерләнә. Интерфазаның дәвамлылыгы төрле күзәнәктә төрлечә.

Күпкүзәнәкле организм составында бүленми торган күзәнәкләр дә бар, һәм аларда интерфаза күп еллар буена дәвам итә. Аларга бүленү сәләтен югалткан һәм организмның бөтен гомере буена яши торган нерв күзәнәкләре керә.

! 1. Төшнең төзелеше нинди? 2. Төшчекнең роле һәм составы нинди? 3. Нәселдәнлек информациясе төшнең нинди матдәсендә урнашкан була? 4. Интерфазада хромосомалар нинди халәттә була? 5. Үсемлек һәм хайван күзәнәкләренең цитоплазма органоидлары, төш төзелеше һәм функцияләрен чагыштыру өчен таблица төзегез.

36. Прокариотик күзәнәкләр. Тереклекнең күзәнәксез формалары — вируслар

Прокариотик күзәнәкләрнең төзелешендәге үзенчәлекләр (бактерияләр һәм яшькелт-зәңгәр суүсемнәр). Эукариотлардан аермалы буларак, прокариотларның күзәнәкләрендә күп кенә органоидлар: митохондрияләр, эндоплазматик челтәр, Гольджи аппараты юк. Бактерия һәм яшькелт-зәңгәр суүсемнәрдә төш булмый, хромосомалар цитоплазмадан төш тышчасы белән аерылмаган, ә цитоплазмада ирекле урнашкан.

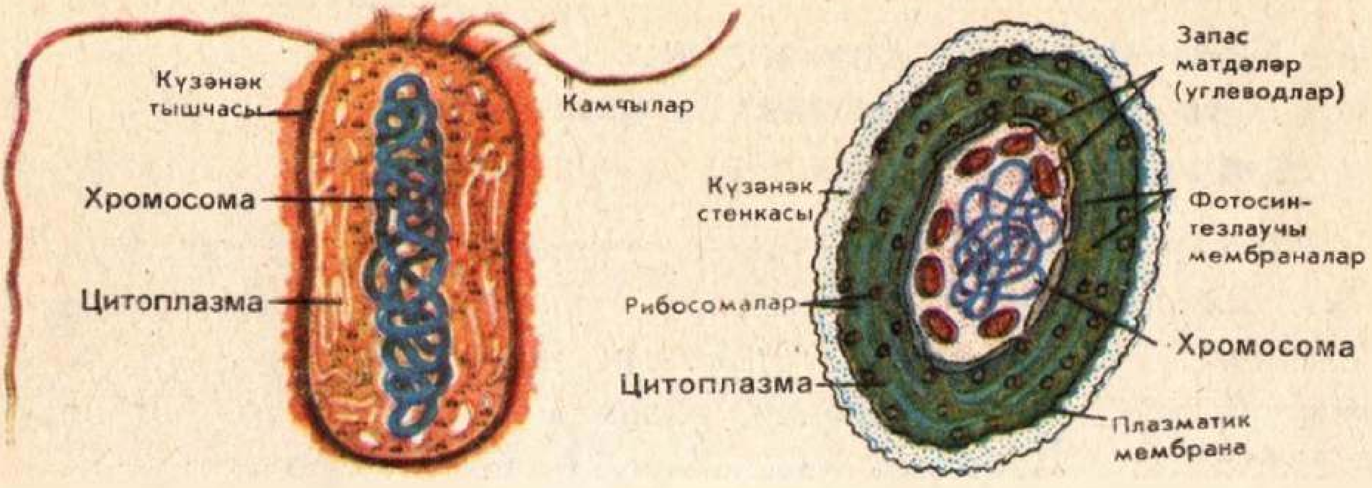
Бактерияләр бик вак (озынлыклары 1 дән 10 мкм ка кадәр) һәм төрле формада була 18.

Бактериаль күзәнәк тышкы яктан тыгыз тышча белән, ә кайбер төрләр лайлалы капсула белән дә каплап алына. Углеводлардан торган тышча астында, цитоплазмага нык орынып, юка плазматик мембрана ята [illegible]. ДНК күзәнәк уртасына урнашкан боҗра формасындагы бер хромосомага тупланган.

Бактерияләр күзәнәкнең ике өлешкә бүленүе белән үрчи; уңай шартлар булганда кайбер бактерияләр һәр 20 минут саен бүленә.

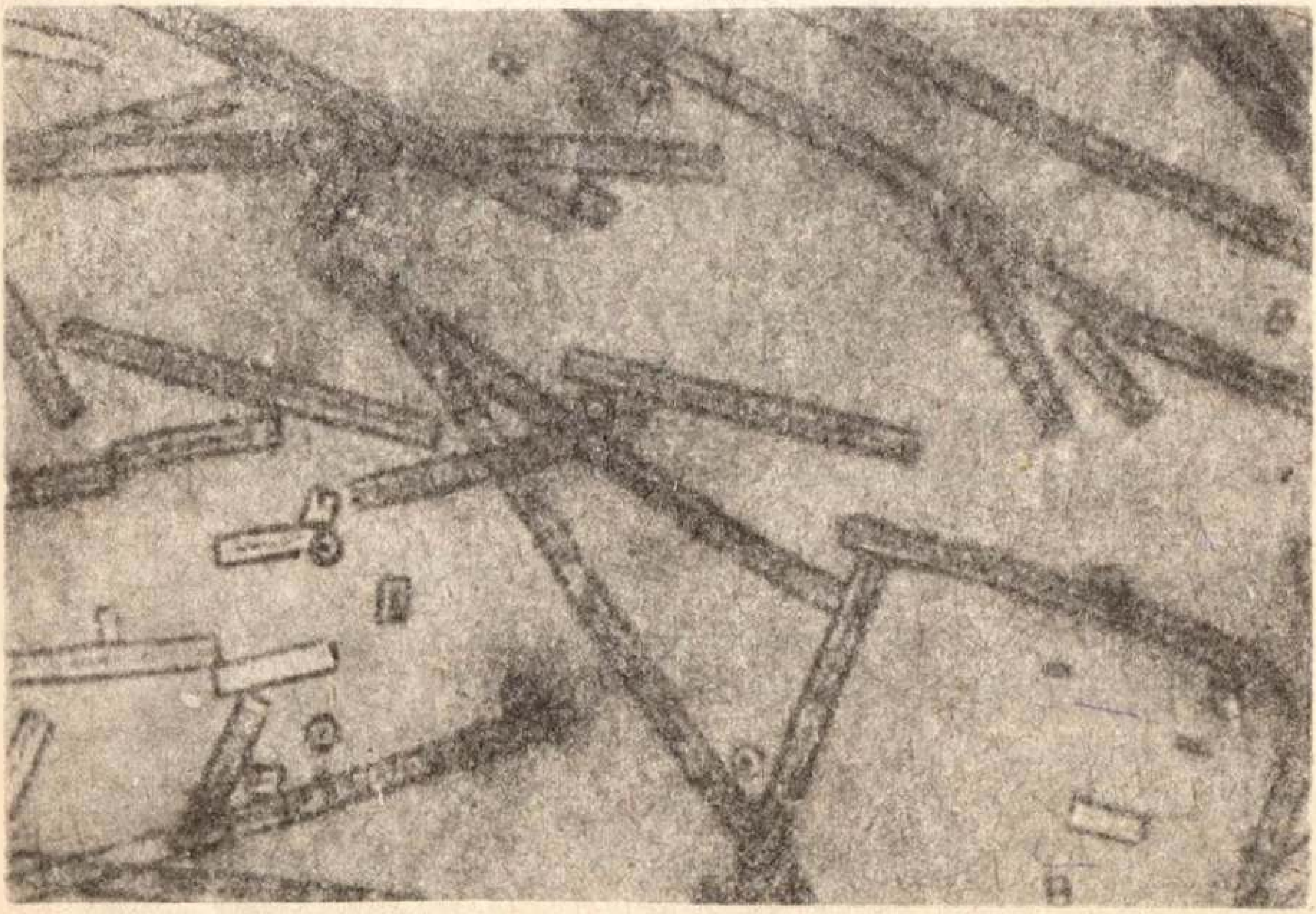
Кеше өчен бактерияләрнең әһәмияте бик зур. Промышленностьның һәм авыл хуҗалыгының күп кенә өлкәләре тулысынча яки өлешчә бактерияләрнең эшчәнлегенә бәйле. Этил һәм бутил спирты, серкә кислотасы, ацетон кебек әһәмиятле химик кушылмалар бактерияләр эшчәнлегеннән хасил булалар. Май, сыр, әчегән сөтнең төрле төрләрен, тозлы кәбестә һәм башка продуктлар җитештерүдә кеше бактерияләрне куллана. Хәзерге вакытта производствоның яңа тармагы — микробиология промышленносте үсә. Күп кенә ферментларны, терлек азыгы аксымнарын, дару препаратларын җитештерү технологиясе бактерияләрнең тереклек эшчәнлегенә нигезләнгән.

Бактериаль күзәнәкләрдә ферментларның бай җыелмасы һәм биологик актив матдәләр, мәсәлән антибиотиклар, бар. Микробиологик промышленностьта арзан һәм ансат табыла торган чималдан файдалы продуктлар алу өчен бактерияләрне куллану аларның әнә шушы үзлегенә нигезләнгән дә инде. Промышленность һәм көнкүреш калдыклары белән пычранган суларны биологик юл белән чистарту процессында бактерияләр бик зур роль уйный. Ләкин бактерияләрнең бик күбесе төрле авырулар,



66. Бактерияләр (*сулда*) **һәм яшькелт-зәңгәр суүсемнәр** (*уңда*) **төзелешенең схемасы.**

67. Тәмәке мозаикасы вирусы һәм аның төзелеше схемасы.



68. Тәмәке мозаикасы вирусының электрон-микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме. 75 000 тапкыр зурайтылган.

мәсәлән, дизентерия, корсак тифы һәм черек авырулары һ. б. кузгатулары белән кешегә, хайваннарга һәм үсемлекләргә зур зыян китерә.

Бактерияләрдәге кебек, яшькелт-зәңгәр суүсемнәрдә дә формалашкан төш юк һәм аларның ДНКсы турыдан-туры цитоплазмада, күзәнәкнең нәкъ уртасында урнашкан. Аларның шулай ук хлоропластлары да юк, һәм хлорофиллы мембраналар цитоплазмада ук була 66. Бу организмнарның күзәнәк тышчасы шактый нык һәм алар углеводлардан тора. Яшькелт-зәңгәр суүсемнәр күзәнәкнең урталай бүленүе белән үрчи.

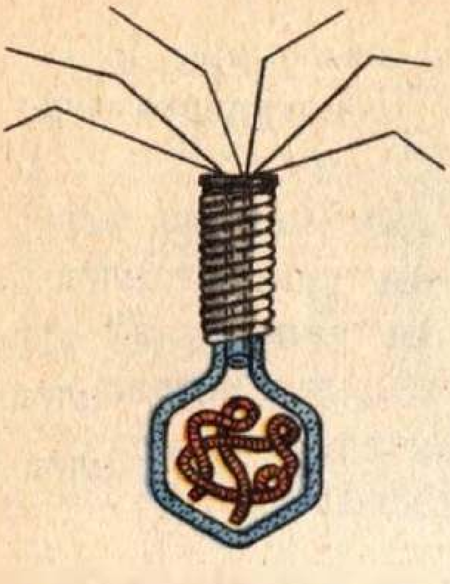
Яшькелт-зәңгәр суүсемнәр төче сулы төрле-төрле сулыкларда, диңгез һәм океаннарда, туфракта киң таралган. Болар — хлорофиллары булган иң борынгы организмнар. Аларны Җир кабыгының 3 млрд. еллык утырмаларында да табалар. Яшькелт-зәңгәр суүсемнәр органик матдәләр белән пычранган сулыкларда бик күп үрчи, шуңа күрә алар суның пычрану дәрәҗәсен билгеләүче индикаторлар хезмәтен үти.

Вируслар. Тереклек ияләренең күзәнәк төзелеше булмаган зур бер төркеме яши. Алар вируслар (лат. «вирус» — агу) дип атала һәм тереклекнең күзәнәк төзелеше булмаган формасын тәшкил итә. Вирусларны үсемлекләргә дә, хайваннарга да кертеп булмый. Гаҗәеп вак булганлыктан аларны бары тик электрон-микроскоп ярдәмендә генә өйрәнергә мөмкин.

Вируслар башка организмнарның күзәнәкләрендә генә яшәргә һәм үрчергә сәләтле. Терек организмнарның күзәнәкләреннән тыш вируслар яши алмый һәм аларның күбесе тышкы тирәлектә кристаллар формасында була 67. Хайван, үсемлек һәм бактерияләрнең күзәнәкләре эченә урнашып, вируслар күп кенә куркынычлы авырулар китереп чыгара. Кешедә була торган вируслы авыруларга кызамык, грипп, полиомиелит, чәчәк керә. Үсемлекләрнең вируслы авыруларыннан тәмәке, борчак һәм башка культураларның мозаика авыруы билгеле; авыру үсемлекләрдә вируслар хлоропластларны җимерә һәм яфракның йогышланган урыннары төссезләнә [illegible].

Вирусларны рус галиме Д. И. Ивановский 1892 елда ачкан.

Һәр вирус кисәкчеге аз сандагы ДНК яки РНК дан, ягъни аксым тышчасына төренгән генетик материалдан тора. Бу тышча саклагыч роль уйный.



69. Бактериофаг төзелешенең схемасы.

Вирусларның төзелешен тәмәке мозаикасы вирусы һәм бактериофаглар мисалында карап китик. Тәмәке мозаикасы вирусы таякчык формасындагы аерым кисәкчекләрдән тора, аларның һәрберсе эче куыш цилиндрдан гыйбарәт. Цилиндр стенасы аксым молекулаларыннан төзелгән, ә эчтә, әлеге аксым тышча астында, спираль рәвешендә бөтерелгән РНК «бавы» урнашкан [67]. Тәмәке яфракларында вирус кисәкчекләре бергә кушылып яктылык микроскобына куеп караганда күренә торган алты кырлы кристаллар формасындагы җыелмалар хасил итә [68].

Бактерияләрнең күзәнәкләренә урнашып яшәгән вируслар да билгеле. Аларны бактериофаглар яки фаглар дип атыйлар (грекча «фагос» — ашаучы). Бактериофаглар бактерия күзәнәкләрен тулысынча җимерә һәм шуңа күрә аларны бактериаль авыруларны, мәсәлән, дизентерия, корсак тифы, вабаны дәвалау өчен кулланырга мөмкин.

Эчәклек таякчыклары күзәнәкләренә урнашкан бактериофаг мисалында аның төзелешен тикшерик. Мондый бактериофаг [69] формасы белән чукмарбашны хәтерләтә. Бактериофаг башчык, койрык һәм берничә койрык үсентесеннән тора. Башчык һәм койрык тышкы яктан аксым тышча белән капланган. Башчык эчендә ДНК була, ә койрык эченнән канал уза. Бактериофаг эчәклек таякчыгы күзәнәгенә үтеп керә. Башта аның өслегенә берегә һәм шушы урында бактерия тышчасын эретә. Шуннан соң бактериофагның ДНКсы бактерия күзәнәгенә бөркелә. Бактериофаг белән йогышланган эчәклек таякчыгында бактериянең үз ДНКсы түгел, ә бактериофаг ДНКсы синтезлана башлый. Һәм нәтиҗәдә бактерия һәлак була.

Вирусларның төзелеше аларны күзәнәксез затлар дип исәпләргә нигез бирә.

! 1. Прокариотларның күзәнәк үзенчәлекләре нинди? 2. Прокариот һәм эукариотларның күзәнәк төзелешләрен чагыштырыгыз. 3. Прокариотларның табигатьтә һәм кешенең хуҗалык эшчәнлегендә әһәмияте нинди? 4. Ни өчен вирусларны тереклекнең күзәнәксез формасы дип исәплиләр?

37. Күзәнәкнең химик составы. Неорганик матдәләр

Күзәнәкнең атом һәм молекуляр составы. Микроскопик зурлыктагы күзәнәктә берничә мең матдә була, алар күптөрле химик реакцияләрдә катнашалар. Күзәнәктә уза торган химик реакцияләр — күзәнәк тереклегенең, үсешенең, функциясенең төп шартларыннан берсе.

Хайван һәм үсемлек организмнарының, шулай ук микроорганизмнарның барлык күзәнәкләре химик составы буенча охшашлар, бу исә органик дөньяның бердәмлеген раслый.

Күзәнәктә химик элементлар микъдары

Элементлар	Микъдары (% да)	Элементлар	Микъдары (% да)
Кислород	65—75	Кальций	0,04—2,00
Углерод	15—18	Магний	0,02—0,03
Водород	8—10	Натрий	0,02—0,03
Азот	1,5—3,0	Тимер	0,01—0,015
Фосфор	0,20—1,00	Цинк	0,0003
Калий	0,15—0,4	Бакыр	0,0002
Күкерт	0,15—0,2	Иод	0,0001
Хлор	0,05—0,10	Фтор	0,0001

Таблицада күзәнәкләрнең атом составы турында мәгълүматлар бирелгән. Күзәнәкләрдә Менделеевның периодик системасындагы 109 элементның күбесе табылган. Кайбер элементлар күзәнәктә чагыштырмача күп, икенчеләре аз була. Күзәнәктә дүрт элемент — кислород, углерод, азот һәм водород аеруча күп. Күзәнәкнең эчке җисемен кушып исәпләгәндә 98% ын диярлек әлеге элементлар тәшкил итә. Икенче төркемне сигез элемент төзи, алар күзәнәктә процентның унарлы һәм йөзәрле өлешләре белән исәпләнә. Бу элементларга күкерт, фосфор, хлор, калий, магний, натрий, кальций, тимер керә. Барысы бергә алар 1,9% тәшкил итә. Калган барлык элементлар күзәнәктә гаять аз микъдарда (0,01% тан ким) була.

Шулай итеп, күзәнәктә терек табигатьнең үзенә генә хас элементлары юк. Бу исә терек һәм терек булмаган табигатьнең бәйләнешен һәм бердәмлеген күрсәтә. Органик һәм неорганик дөньяның химик составы арасында атом дәрәҗәсендә аерма юк. Аерма төзелешнең тагы да югарырак — молекуляр — дәрәҗә-

Күзәнәктә химик кушылмалар микъдары

Кушылмалар (%)			
неорганик		органик	
Су	70—80	Аксымнар	10—20
Неорганик матдәләр	1,0—1,5	Углеводлар	0,2—2,0
		Майлар	1—5
		Нуклеин кислоталары	1,0—2,0
		АТФ һ. б. түбән молекуляр органик матдәләр	0,1—0,5

сендә беленә. Таблицадан күренгәнчә, организмнарда, терек булмаган табигатьтә таралган матдәләр белән беррәттән, бары тик үзләре өчен генә хас булган күп кенә матдәләр бар.

Су. Күзәнәк матдәләре арасында су беренче урында тора. Ул күзәнәк массасының 80% ын тәшкил итә. Су күзәнәкнең иң мөһим компоненты дип аның микъдарына карап кына әйтелми. Күзәнәк тереклегендә суның роле гаять зур һәм күптөрле.

Су күзәнәкнең физик үзлекләрен — аның күләмен, тыгызлыгын билгели. Органик матдәләрнең молекулалар структурасы, аерым алганда, аксымнар структурасы ясалганда, аларга үз функцияләрен үтәү өчен, суның әһәмияте зур. Эреткеч буларак суның әһәмияте әйтеп бетергесез: күп кенә матдәләр күзәнәккә суда эрегән хәлдә үтеп керә һәм эшкәртелгән матдәләр дә күзәнәктән суда эрегән хәлдә чыгарыла. Ниһаять, су шактый гына химик реакцияләрдә (аксымнар, углеводлар, майлар һ.б. таркалуында) турыдан-туры катнаша.

Күзәнәкнең сулы тирәлектә яши алуга җайлашуы Җирдәге тереклекнең суда яралуы турындагы карашларга дәлил булып хезмәт итә.

Суның биологик роле аның молекуляр структурасының үзенчәлеге, молекулаларының полярлыгы белән билгеләнә.

Суның молекуляр структурасының үзенчәлекләре аның эретүче үзлекләрен дә аңлата. Суда яхшы эри торган бик күп матдәләр бар: аларга шактый гына тозлар, кислоталар, селтеләр, ә органик матдәләрдән спиртларның, аминнар, углеводлар, аксымнар һәм башкаларның күбесе керә. Суда яхшы эри торган матдәләрне гидрофиль матдәләр (грекча «гидрос» — су, «филео» — яратам) дип атыйлар. Суда начар яки бөтенләй эреми торган күп кенә матдәләр дә билгеле, мәсәлән майлар, клетчатка

һ. б. Аларны гидрофоб (грекча «гидрос» — су, «фобос» — курку, күрә алмау) матдәләр дип атыйлар. Матдәләрнең гидрофиль яки гидрофоб булулары нәрсәдән килә соң? Әгәр молекулаларында су молекулалары белән үзара электростатик тәэсир итешүгә яки алар белән водородлы бәйләнешләр хасил итүгә сәләтле атомнар төркеме бар икән, матдәләр гидрофиль була. Күзәнәктә күп кенә гидрофиль матдәләр: тозлар, углеводлар, аксымнар, молекулалары түбән төзелешле кушылмалар бар. Күзәнәктә гидрофоб матдәләр дә бар, мәсәлән майлар. Гидрофоб матдәләрнең бик юка элпәсе күзәнәк мембранасы составына керә. Шуның аркасында суның тышкы тирәлектән күзәнәккә күчүен һәм, киресенчә, аннан чыгуын, шулай ук күзәнәктә бер урыннан икенче урынга күчүен чикли.

Тозлар. Күзәнәкнең неорганик матдәләренә судан башка тагын тозлар да керә. Тоз составына кергән K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} катионнары, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$ Cl^-, HCO_3^-, анионнары тереклек эшчәнлеге процессларында иң әһәмиятлеләре булып тора.

Күзәнәктә һәм аның яшәү тирәлегендә катионнар һәм анионнар концентрациясе, кагыйдә буларак, бик нык аерыла. Мәсәлән, күзәнәк эчендә калий ионнары концентрациясе шактый югары, ә натрий ионнарыныкы бик түбән. Киресенчә, күзәнәкне чолгаган тирәлектә — кан плазмасында, диңгез суында — калий ионнары аз, ә натрий ионнары күп. Күзәнәк тере чакта күзәнәктәге һәм тирәлектәге ионнар нисбәте нык саклана. Күзәнәк үлгәч, күзәнәктә һәм тирәлектә ионнар бик тиз тигезләшә. Күзәнәктә ионнар булу күзәнәкнең нормаль эшчәнлеге өчен, шулай ук күзәнәк эчендәге даими реакцияне тотып тору өчен, бик әһәмиятле. Тереклек эшчәнлеге процессында кислоталар һәм селтеләр туктаусыз барлыкка килеп торуына карамастан, нормаль хәлдә күзәнәк реакциясе беленер-беленмәс селтеле, хәтта нейтраль дип әйтерлек. Мондый реакцияне күзәнәктәге көчсез кислота ионнары (HCO_3^-, HPO_4^{2-}) һәм көчсез кислоталар (H_2CO_3) бирә, алар водород ионнарын куша да һәм аера да алалар, нәтиҗәдә күзәнәкнең эчке тирәлеге реакциясе чынлыкта үзгәрми.

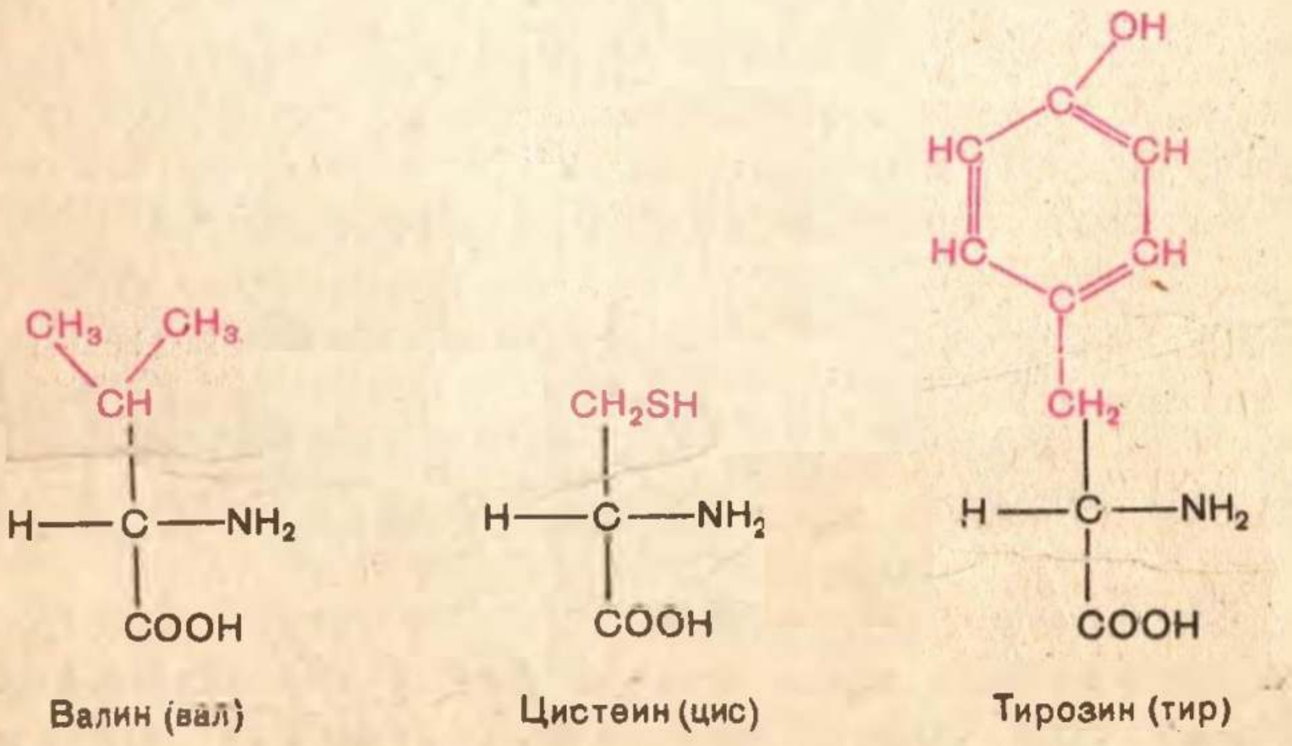
Неорганик матдәләр күзәнәктә эрегән хәлдә генә түгел, каты хәлдә дә була. Аерым алганда, сөяк тукымасының ныклыгы һәм катылыгы — кальций фосфаты белән, ә моллюск кабырчыкларының ныклыгы кальций карбонаты белән тәэмин ителә.

1. Төрле организмнарда күзәнәкнең химик составы охшаш булу нәрсәне раслый? 2. Терек һәм терек булмаган табигать җисемнәренең химик составы ни белән аерыла? 3. Күзәнәктә суның биологик роле нинди? 4. Күзәнәктәге неорганик кушылмаларның ионнарын әйтегез.

38. Күзәнәкнең органик матдәләре. Аксымнар, аларның төзелеше

Аксымнарның химик составы. Күләме һәм әһәмияте ягыннан күзәнәкнең органик матдәләре арасында аксымнар беренче урында тора. Барлык аксымнарның составында водород, кислород, азот атомнары була. Моннан тыш күп кенә аксымнарга күкерт атомнары керә. Составына шулай ук металлардан тимер, цинк, бакыр атомнары кергән аксымнар да бар.

Башка органик кушылмалардан аермалы буларак, аксымнар шактый үзенчәлекле. Барыннан да бигрәк, аксымнарның молекуляр массалары бик зур. Чагыштырыгыз: спиртның молекуляр массасы — 46, серкә кислотасының — 60, бензолның — 78, күкәй аксымнарыннан берсе — альбуминның — 36 000, гемоглобинның (канның кызыл тәнчекләрендәге аксым) — 152 000, миозинның (мускул аксымнарыннан берсе) — 500 000. Спирт, серкә кислотасы, бензол һәм башкаларның молекулалары белән ча-



70. Аминокислоталарның төзелеше.

гыштырганда аксым молекулалары гаять зур. Аларны төзүдә меңләгән атомнар катнаша. Мондыи молекулаларның гигант зурлыгын белдерү өчен, аларны макромолекулалар (грекча «макрос» — зур, гигант) дип атыйлар.

Аксымнарның төзелеше. Органик кушылмалар арасында аксымнар иң катлаулылары. Алар *полимер* дип йөртелә торган кушылмалар төркеменә керә. Полимерның молекуласы озын чылбыр рәвешендә була, анда *мономер* дип аталган чагыштырмача гади бер үк структура күп тапкыр кабатлана. Әгәр мономерны А хәрефе белән билгеләсәк, полимерның структурасын А-А-А-А-А дип күрсәтергә мөмкин булыр иде.

Аксымнардан тыш, табигатьтә күп кенә башка полимерлар, мәсәлән, целлюлоза, крахмал, каучук бар. Химия промышленностенда күп кенә ясалма полимерлар — полиэтилен, лавсан, капрон һ. б. китереп чыгарылды.

Табигый һәм ясалма полимерларның күбесе бертөрле мономерлардан төзелгән. Аксымнарны төзүче мономерлар исә охшаш, ләкин бөтенләй үк бертөрле түгел. Аксымнарның мономерлары — аминокислоталар. [70] рәсемдә күренгәнчә, аминокислота молекуласы ике өлештән торган кебек. Бер өлеше (кара хәрефләр белән күрсәтелгән) барлык аминокислоталарда бертөрле. Бу группировка $H-\overset{|}{\underset{\underset{COOH}{|}}{C}}-NH_2$. Ул аминогруппадан ($-NH_2$) һәм аның янәшәсендәге карбоксил группадан ($-COOH$) тора. Молекуланың икенче өлеше барлык аминокислоталарда төрле-төрле (ул кызыл хәрефләр белән күрсәтелгән). Бу өлеш *радикал* дип атала.

Күптөрле аминокислоталар билгеле. Әмма теләсә кайсы табигый аксымның — хайван, үсемлек, микроб, вирус аксымының — мономеры сыйфатында нибары 20 аминокислота булуы беленде. Алар «тылсымлы» дигән исем алган. Таблицада боларның исемлеге бирелә.

Барлык организмнарның аксымнары бер үк аминокислоталардан төзелгән булу факты — Җирдәге терек дөньяның бердәмлеген күрсәтүче тагын бер дәлил.

Аксым молекуласы барлыкка килгәндә аминокислоталарның кушылуы барлык аминокислоталар өчен гомуми булган группировка аша бара. Моны яхшырак аңлау өчен [71] рәсемне игътибар белән карагыз: бер аминокислотаның карбоксил группа-

Табигый аксымнар составына керә торган егерме аминокислота («тылсымлы» аминокислоталар)

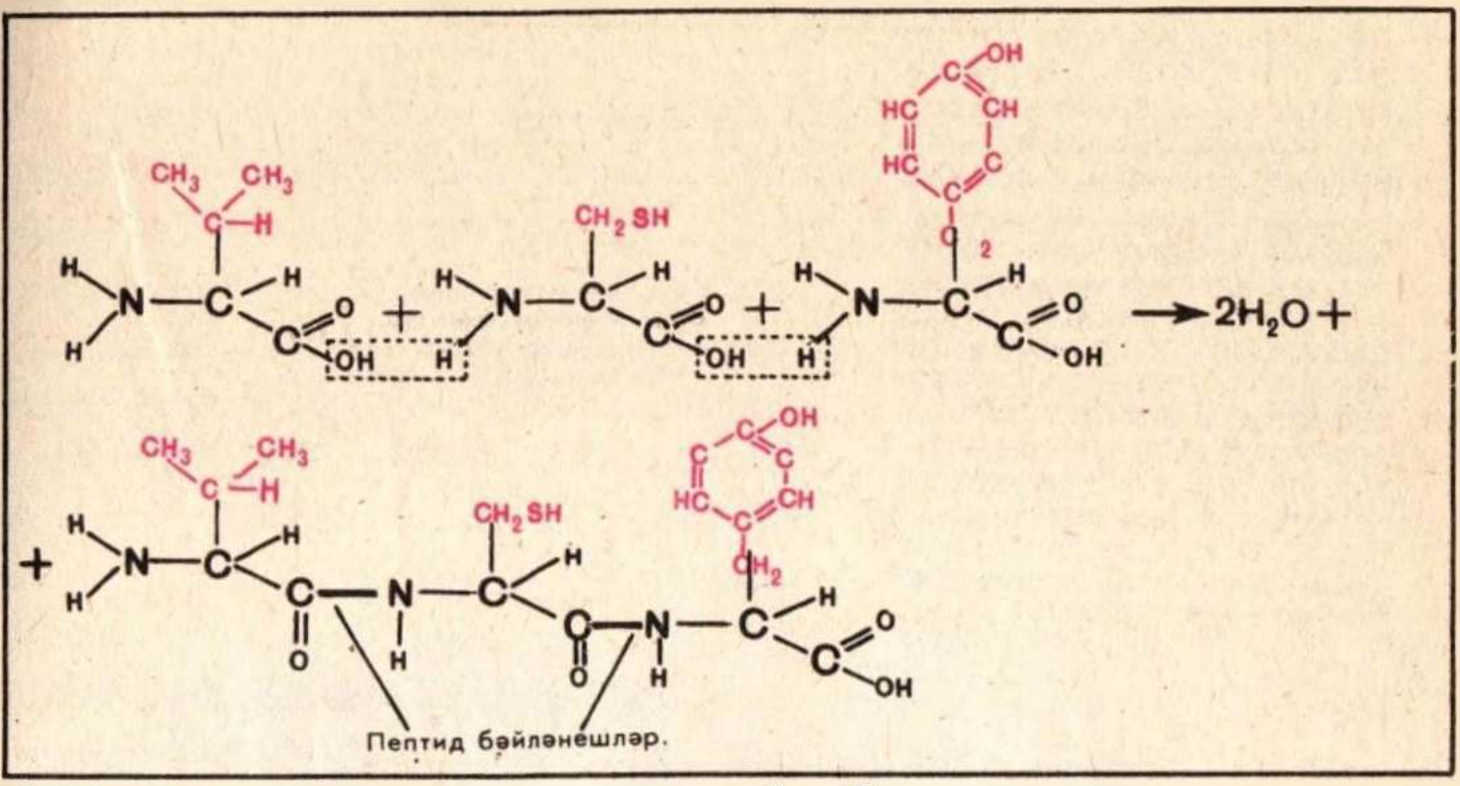
Аминокислота	Кыскартылган исеме	Аминокислота	Кыскартылган исеме
Аланин	Ала	Лейцин	Лей
Аргинин	Арг	Лизин	Лиз
Аспарагин	Асн	Метионин	Мет
Аспарагин кислотасы	Асп	Пролин	Про
Валин	Вал	Серин	Сер
Гистидин	Гис	Тирозин	Тир
Глицин	Гли	Треонин	Тре
Глутамин	Глн	Триптофан	Три
Глутамин кислотасы	Глу	Фенилаланин	Фен
Изолейцин	Иле	Цистеин	Цис

сыннан һәм күрше аминокислотаның аминогруппасыннан су молекуласы аерыла, һәм бушаган валентлыклар исәбенә аминокислоталарның калдыклары кушыла.

Аминокислоталар арасында пептид бәйләнеш дип аталган ныклы ковалент бәйләнеш $\overset{|}{\text{N}}\text{H}-\overset{|}{\text{C}}\text{O}$ килеп чыга. Аминокислоталардан барлыкка килгән кушылма *пептид* дип атала. Ике аминокислотадан ясалган пептид — дипептид, өч аминокислотадан — трипептид, күп аминокислотадан барлыкка килгәне полипептид дип йөртелә. Барлык аксымнар да полипептидлар, ягъни күп дистәләрчә һәм хәтта йөзләгән аминокислота звеноларыннан торган чылбырлар.

Һәр тере организмда бик күп санда төрле-төрле аксымнар була. Һәр төр үзенә генә хас, үзенчәлекле аксымнарга ия. Хәтта төрле төр хайваннарда бер үк функция үти торган аксымнар да бер-берсеннән аерыла. Мәсәлән, барлык умырткалы хайваннарда — балыклар, амфибияләр, кошлар, имезүчеләрдә — канның кызыл күзәнәкләрендә гемоглобин исемле аксым була, ул барлык хайваннарда да бер үк функцияне — кислородны күчерүне башкара. Әмма һәр төр хайванның гемоглобины үзенчәлекле, структурасы һәм үзлекләре буенча башка хайван гемоглобиныннан аерыла.

Аксымнарның шундый күптөрле була алу мөмкинлекләрен аңлату өчен, аксымнарның аминокислоталар составы буенча, аминокислота звеноларының саны, чылбырда урнашу тәртибе



71. Аминокислоталарның полипептид чылбыр булып кушылуы.

буенча аерылып торуларын исәпкә алырга кирәк. Структура вариантларының саны исә астрономик цифрларга җитә *.

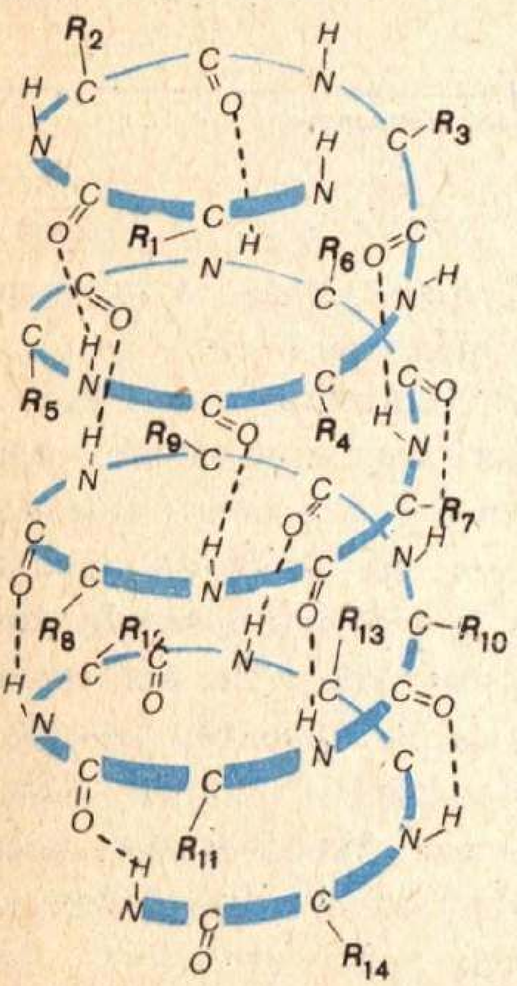
Әгәр шундый бер аминокислота звеносының зурлыгы 0,35—0,37 нм га тигез икәнлеген исәпкә алсак, йөзләгән аминокислота калдыкларыннан торган аксым макромолекуласының озынлыгы берничә дистә нанометр булырга тиешлеге ачык аңлашыла. Чынлыкта исә аксым молекулаларының озынлыгы шактый кечкенә. Аларның кайберләре нибары 5—7 нм диаметрлы шар рәвешендә була. Аксымның полипептид чылбыры ничектер бөтерелгән, ниндидер тәртип белән урнашкан. Һәр аксымга тәртип белән урнашуның төгәл билгеле бер характеры хас. Аксым молекуласының төзелешенә тулы характеристика бирү өчен, аның беренчел, икенчел һәм өченчел структураларын белү таләп ителә.

Аксым молекуласында аминокислота калдыкларының эзлеклелеге аның беренчел структурасын билгели. Бу аксымның фор-

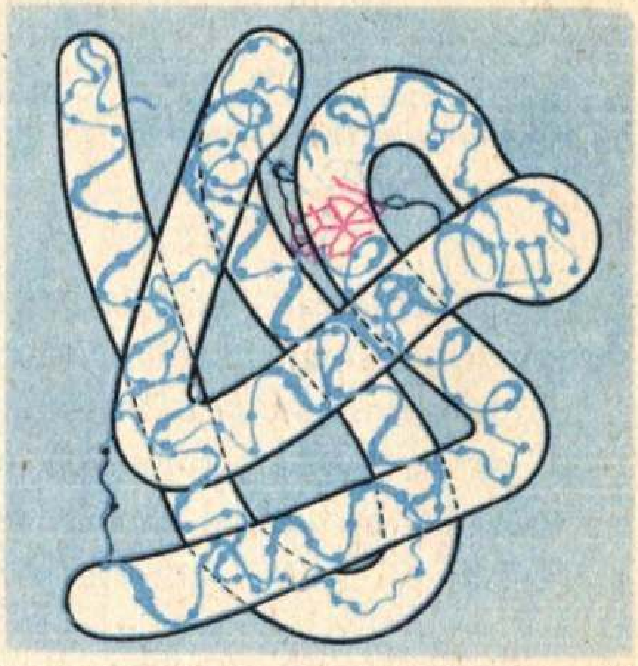
* Мәскәүдә уздырылган биохимиклар конгрессында ясаган докладында һинд галиме Синг шундый кызыклы исәпләү китергән иде. Молекуляр массасы 34 000 булган аксымда 300 гә якын аминокислота звеносы бар (бер аминокислота звеносының молекуляр массасы уртача 110 га тигез). Бу аминокислота составына 20 аминокислотаның барысы да түгел, бары тик 12 се генә керсен ди. Шушы шартларда бу аксым өчен мөмкин булган изомерлар саны 10^{300} га тигез икәне килеп чыга. Бу санның зурлыгын белдерү өчен, 10^{300} данә бер тиенлек вак акчаны күз алдына китерик. Акчаларның мондый өеме 10^{300} г авырлыкта була (бер тиенлек акчаның һәр данәсе 1 г). Җир шарының массасы исә 10

лиз-глу-тре-ала-ала-ала-лиз-фен-глу-арг-глн-гис-мет-асп-сер-сер-тре-сер-ала-ала-сер-сер-сер-асн-тир-цис-асн-глу-мет-мет-лиз-сер-арг-асн-лей-тре-лиз-асп-арг-цис-лиз-про-вал-асн-тре-фен-вал-гис-глу-сер-лей-ала-асп-вал-глн-ала-вал-цис-сер-глн-лиз-асн-вал-ала-цис-лиз-асн-гли-глн-тре-асн-цис-три-глн-сер-три-сер-тре-мет-сер-иле-тре-асп-цис-арг-глу-тре-гли-сер-сер-лиз-тир-про-асн-цис-ала-тир-лиз-тре-тре-глн-ала-асн-лиз-гис-иле-иле-вал-ала-цис-глу-гли-асн-про-тир-вал-про-вал-гис-фен-асп-ала-сер-вал

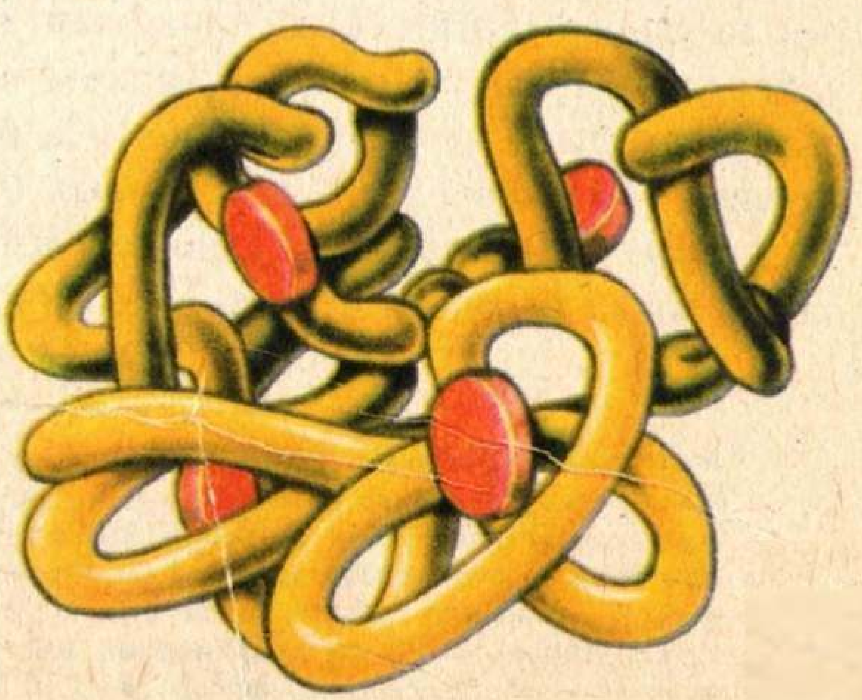
Беренчел структура — аксым рибонуклеазада аминокислоталар эзлеклелеге (124 аминокислота звеносы)



Икенчел структура — полипептид чылбыр спираль рәвешендә бөтерелгән



Аксым миоглобинның өченчел структурасы. Молекуланың кислородны үзенә куша торган өлеше кызыл төс белән аерып күрсәтелгән.



Дүртенчел структура — берничә полипептид чылбыр тоташкан

72. Аксымның структур төзелеше дәрәҗәләре.

муласы кебегрәк була. [72] рәсемдә рибонуклеаза дип аталган аксымның беренчел структурасы күрсәтелгән. Бу аксым составына 124 аминокислота звеносы керә. Еш кына полипептид чылбыр тулысынча яки өлешчә спираль рәвешендә бөтерелә. Ул аксымның икенчел структурасы. Бу очракта аминокислота радикаллары спиральнең тышкы ягында кала. Спиральнең бормалары тыгыз урнаша. Бер бормадагы NH-группалары һәм күрше бормадагы CO-группалары арасында водородлы бәйләнешләр барлыкка килә [72]. Ковалент бәйләнешләргә караганда, водородлы бәйләнешләр шактый йомшак, ләкин күп тапкыр кабатланып, алар нык тоташтырма ясый. Күп сандагы водородлы бәйләнешләр белән «тегелгән» полипептид спираль җитәрлек дәрәҗәдә нык структура хасил итә.

Полипептид спираль тагы да тәртипкә салына төшә. Ул гаҗәеп рәвештә, әмма билгеле бер тәртиптә һәм һәр аксым өчен үзенә генә хас булганча бөтерелә. Нәтиҗәдә аксымның *өченчел структурасы* дип аталган конфигурациясе барлыкка килә [72]. Өченчел структураны гидрофоб аминокислоталарның радикаллары арасында барлыкка килә торган гидрофоб бәйләнешләр тотып тора. Бу бәйләнешләр, водородлы бәйләнешләргә караганда, йомшаграк. Күзәнәкнең сулы тирәлегендә гидрофоб радикаллар судан этеләләр һәм үзара ябышалар. Шулай итеп, сулы тирәлек аксым молекуласын билгеле бер тәртиптәге структура булдырырга мәҗбүр итә кебек, һәм ул биологик актив булган молекулага әйләнә.

Өченчел структура аксым молекуласы төзелешендә структураның югары формасы түгел. Тере күзәнәктә аның күп кенә башка, тагы да катлаулы, мәсәлән, дүртенчел [72] формалары табылган.

1. Полимер буларак аксымның төзелешендәге үзенчәлекләр нинди? Полимер буларак аксымнар крахмал, целлюлоза, каучук кебек табигый полимерлардан; ясалма полимерлардан (полиэтилен, лавсан һ. б.) нәрсә белән аерыла? 3. Аксымның беренчел структурасы нинди? 4. Аксымның икенчел, өченчел структуралары нинди?

39. Аксымнарның үзлекләре һәм функцияләре

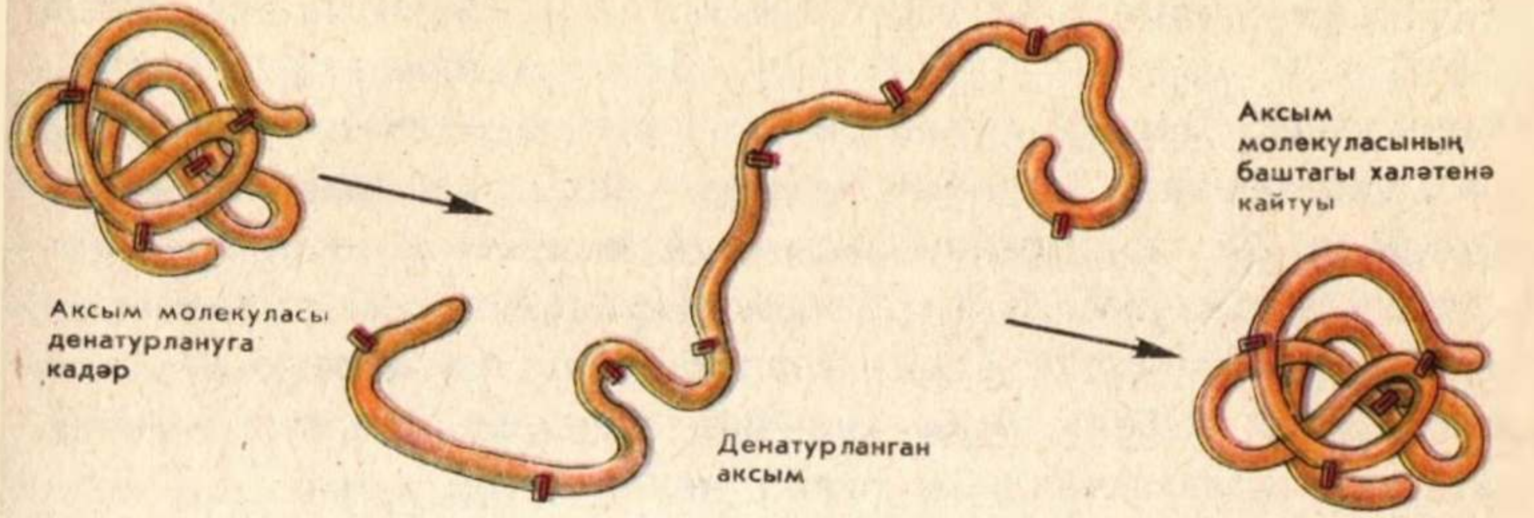
Аксымнарның үзлекләре. Тере объектлардан — хайваннардан, үсемлекләрдән, микроорганизмнардан — меңләгән аксымнар алынып өйрәнелде. Аминокислоталары буенча төрле составлы булу

аркасында, аксымнарның физик һәм химик үзлекләренең күптөрлелеге таң калдыра.

Аксымнарның суда бөтенләй эреми, яхшы эри торганнары бар. Химик активлыгы түбән, төрле агентлар тәэсиренә каршы нык торучан аксымнар бар. Аз гына тәэсирдән дә, мәсәлән, беленер-беленмәс яктылыктан яки тиеп кенә китүдән үзгәрә торган бик тотрыксыз аксымнар бар. Озынлыгы йөзләрчә нанометрга сузылган җеп сыман аксымнар белән беррәттән молекула диаметры нибары 5—7 нм булган шарчык рәвешендәге аксымнар билгеле. Әмма барлык очракларда да аксымның структурасы һәм үзлекләре функцияләренә төгәл туры килә. Хайваннарның саклану һәм һөҗүм итү өчен булган мөгез, тояк, панцир, тырнак, каурыйлары, чәчләр кератин дип аталган тотрыклы, корыч кебек каты аксымнан тора. Җеп сыман молекулалы аксымнар мускуллар составына керә. Алар кыскарырга да, озынаерга да сәләтле һәм күзәнәкләрнең хәрәкәт реакцияләрен тәэмин итәләр. Ансат эрүчән, хәрәкәтчән вак түгәрәк молекулалы аксымнар матдәләрне күчерүдә файдаланыла. Активлыгы югары, структурасы ансат үзгәрә торган аксымнар катализатор функциясен башкаралар, шулай ук тышкы тирәлектән күзәнәккә сигналлар бирүдә катнашалар.

Төрле физик һәм химик факторлар — югары температура, күп кенә химик матдәләр, нурланыш, механик тәэсирләр — йогынтысында аксымның икенчел һәм өченчел (әмма беренчел түгел) структурасын тотып торучы көчсез бәйләнешләр өзелә һәм молекула сузыла [73]. Аксымның табигый структурасы бозылу *денатурлану* дип йөртелә. Денатурлану нәтиҗәсендә аксымның үзлекләре үзгәрә. Ул эрүчәнлеген югалта, ашкайнату ферментлары тәэсиренә бирешүчәнгә әйләнә, үзенә хас функцияләрен югалта, Аксымның денатурлану күренеше, һичшиксез, барыгызга да таныш, чөнки үтә күренмәле сыек йомырка агының, җылытканнан соң, каты һәм үтә күренми торганга әйләнгәнен һәркайсыгызның күзәткәне бар.

Денатурлану процессы — кайтма процесс, ягъни турайган полипептид чылбыр үзеннән-үзе спираль булып бөтерелә, ә спираль үзеннән-үзе өченчел структурага җыелырга сәләтле. Ләкин бу — аксым төзелешенең барлык үзенчәлекләре аның беренчел структурасы, ягъни полипептид чылбырда аминокислоталарның составы һәм чиратлашып урнашу тәртибе белән билгеләнә дигән сүз.



73. Аксым денатурлану.

Физик һәм химик факторларга җавап итеп, аксым структурасының кайтма үзгәрүчәнлеккә сәләтлелеге барлык терек системаларның иң әһәмиятле үзлеге булган ярсынучанлыгы нигезендә ята.

Аксымнарның функциясе. Аксымнар күзәнәктә бик мөһим һәм күптөрле функцияләрне башкара. Барыннан да элек алар *төзелеш* функциясен үти. Күзәнәкләр һәм күзәнәк органоидларының мембраналары аксымнардан төзелгән. Югары төзелешле хайваннарның кан тамырлары, сеңерләре, кимерчәкләре һ.б. нигездә аксымнардан тора.

Аксымнарның *каталитик функциясе* гаять зур әһәмияткә ия. Химия курсыннан белгәнегезчә, химик реакциянең тизлеге үзара тәэсир итешә торган матдәләрнең үзлекләренә, аларның концентрациясенә һәм реакция тирәлегендәге температурага бәйле. Тере күзәнәктә матдәләрнең химик активлыгы, кагыйдә буларак, зур түгел. Аларның күзәнәктәге концентрациясе күбесенчә бик кечкенә. Күзәнәк тирәлегенең температурасы түбән. Шулай итеп, күзәнәктә реакцияләр бик акрын барырга тиеш булыр иде. Әмма, күзәнәктәге химик реакцияләр зур тизлек белән бара. Моңа күзәнәктәге катализаторлар ярдәмендә ирешелә. Күзәнәкнең катализаторларын ферментлар дип атыйлар. Ферментларның каталитик активлыгы искиткеч зур. Алар реакцияләрне дистәләрчә, йөз миллионнарча тапкыр тизләтәләр. Химик структурасы буенча ферментлар — аксымнар. Күпчелек очракларда ферментлар үзләренең макромолекулалары белән чагыштырганда молекулалары бик кечкенә булган матдәләр әверелешен катализлыйлар. Мәсәлән, каталаза дигән ферментның молекуляр массасы 250 000, ә ул катализлаганда таркала торган водород пероксидының (H_2O_2) — нибары 34. Аларның зурлыкларындагы мондый

ук аерымлык ферментларының каталитик активлыгын аның бөтен молекуласы түгел, бәлки кечкенә бер участогы — ферментның актив үзәге билгели дигән фикергә китерә. Әлбәттә, матдәләр арасында реакция аларның молекулалары бик якын килгәндә генә бара. Фермент белән аксымның якынаю мөмкинлеге ферментның актив үзәге һәм матдә молекуласы структуралары геометрик туры килүдән була. Алар бер-берсенә «йозакка ачкыч туры килгән кебек» туры киләләр. Фермент денатурланганда аның каталитик активлыгы югала, чөнки актив үзәкнең структурасы бозыла.

Күзәнәктәге һәрбер реакция диярлек аерым бер фермент белән катализлана. Ә анда бара торган төрле реакцияләрнең саны берничә меңгә җитә. Күзәнәктә әлеге реакцияләр өчен җаваплы берничә мең төрле фермент табылган.

Төзелеш һәм каталитик функцияләрдән тыш, аксымнарның *сигнал* функциясе дә әһәмиятле. Күзәнәкнең өске мембранасында тышкы тирәлек факторлары тәэсиреннән үзенең өченчел структурасын үзгәртергә сәләтле аксым молекулалары урнашкан. Сигналларны әйләнә-тирәлектән кабул итү һәм боерыкларны күзәнәккә тапшыру әнә шулай башкарыла.

Аксымнарга *хәрәкәт* функциясе дә хас. Хәрәкәтләнү — тереклек активлыгының бер күренеше. Югары төзелешле хайваннарның күзәнәкләренә хас барлык төр хәрәкәтләрне, шул исәптән мускуллар кыскаруын, шулай ук иң гади төзелешлеләрнең керфекчекләре тибрәнеп торуын, камчылыларның хәрәкәтен үзенә бертөрле кыскару аксымнары үти.

Аксымнарга шулай ук *транспорт* функциясе дә хас. Алар төрле матдәләрне үзләренә кушарга һәм күзәнәкнең бер урыныннан икенче урынына күчерергә сәләтле. Кан аксымы гемоглобин кислородны үзенә куша һәм аны бөтен тукымаларга һәм органнарга тарата.

Аксымнарның *саклагыч* функциясе зур әһәмияткә ия. Организмга чит аксымнар яки күзәнәкләр эләккәндә, анда махсус аксымнар ясала, алар чит күзәнәкләрне һәм матдәләрне бәйлиләр һәм зарарсызландыралар.

Ниһаять, аксымнарның *энергетик* функциясен дә билгеләп үтәргә кирәк. Күзәнәктә аксымнар аминокислоталарга таркала. Аминокислоталарның бер өлеше аксымнар синтезы өчен тотыла, икенче бер өлеше тулысынча таркала һәм таркалу вакытында

энергия аерылып чыга. 1 г аксым тулысынча таркалганда 17,6 кДж энергия аерылып чыга.

Тереклек өчен аксымнарның әһәмияте зур булуы турында күптән сизенгәннәр. Ф. Энгельс, моннан йөз ел элек, «Тереклек — ул аксым җисемнәренең яшәү формасы» дип язды. Бу канатлы фразага әйләнде, анда тереклек өчен аксымнарның хәлиткеч әһәмияте ассызыклап әйтелә. Хәзерге заман биологиясенең мәгълүматлары бу нәтиҗәне тулысынча раслый.

1. Аксым денатурациясе нәрсә ул? Денатурация вакытында аксымның нинди структуралары бозыла һәм ниндиләре саклана? 2. Ферментлар нәрсә ул? Алар күзәнәктә нинди роль уйный? 3. Аксым молекуласы төзелешендәге барлык үзенчәлекләр аның беренчел структурасы белән билгеләнүен исбатлагыз. 4. Аксымнарның функцияләре турында сөйләгез.

40. Углеводлар. Липидлар

Углеводлар. Хайван күзәнәкләрендә углеводлар аз була (коры матдә массасыннан 1% чамасы); бавыр һәм мускул күзәнәкләрендә алар күбрәк (5% ка кадәр). Үсемлек күзәнәкләре углеводларга бик бай: киптерелгән яфракларда, орлыкларда, җимешләрдә, бәрәңге бүлбеләрендә алар 70% диярлек.

Углеводлар — составына углерод, водород һәм кислород кергән катлаулы органик кушылмалар.

Гади һәм катлаулы углеводлар була. Гади углеводларны моносахаридлар дип йөртәләр. Катлаулы углеводлар — мономерлары моносахаридлар булган полимерлар. Ике моносахаридтан — дисахарид, өчтән — трисахарид, күп моносахаридтан полисахарид барлыкка килә.

Барлык моносахаридлар — төссез матдәләр, суда яхшы эриләр. Барысында да диярлек татлы тәм бар. Глюкоза, фруктоза, рибоза һәм дизоксирибоза — иң киң таралган моносахаридлар. Җиләк-җимешләрнең, шулай ук балның татлы тәме аларда глюкоза һәм фруктоза булуга бәйле. Рибоза һәм дезоксирибоза нуклеин кислоталары составына (187 бит) һәм АТФка (193 бит) керәләр.

Моносахаридлар кебек, ди- һәм трисахаридлар да суда яхшы эриләр һәм татлы булалар. Мономер звеноларының саны арту белән полисахаридларның эрүчәнлеге кими, татлы тәмнәре югала.

Дисахаридлардан чөгендер (яки камыш) шикәре һәм сөт шикәре әһәмиятле, полисахаридлардан крахмал (үсемлекләрдә), гликоген (хайваннарда), клетчатка (целлюлоза) киң таралган. Үзагач — саф целлюлоза диярлек. Глюкоза бу полисахаридларның мономеры булып тора.

Углеводларның биологик роле. Углеводлар күзәнәк активлыгының төрле формаларын башкару өчен кирәкле энергия чыганагы ролен үтиләр. Күзәнәк эшчәнлеге — хәрәкәт, секреция, биосинтез, яктыру һ. б. — өчен энергия кирәк. Катлаулы төзелешле, энергиягә бай углеводлар күзәнәктә бик нык таркалалар һәм нәтиҗәдә гади, энергиягә ярлы кушылмаларга — углерод (IV) оксидына һәм суга (CO_2 һәм H_2O) — әвереләләр. 1 г углевод таркалганда 17,6 кДж энергия аерылып чыга.

Липидлар. Липидлар хайван һәм үсемлекләрнең барлык күзәнәкләрендә дә була. Алар күп кенә күзәнәк структуралары составына керә.

Липидлар суда эреми, ләкин бензин, эфир, ацетонда эри торган органик матдәләр.

Липидлардан иң таралганнары һәм билгелеләре — майлар. Күзәнәктә май гадәттә күп булмый: коры матдә массасының нибары 5—10% ын тәшкил итә. Әмма 90% диярлек майдан торган күзәнәкләр дә бар. Хайваннарда мондый күзәнәкләр тире астында, күкрәк бизләрендә, карында була. Барлык имезүче хайваннарның сөтендә май бар. Кайбер үсемлекләрнең орлыклары һәм җимешләре, мәсәлән, көнбагыш, киндер орлыгы, әстерхан чикләвеге майга бик бай.

Күзәнәкләрдә, майлардан тыш, башка липидлар да була, мәсәлән, лецитин, холестерин. Липидларга кайбер витаминнар (A, D) һәм гормоннар (мәсәлән, җенес гормоннары) керә.

Липидларның биологик әһәмияте бик зур һәм күптөрле. Барыннан да элек, аларның төзү функциясен билгеләп үтик. Липидлар гидрофоб үзлекле. Бу матдәләрнең бик юка катлавы күзәнәк мембранасы составына керә. Липидлардан иң киң таралганының — майларның — энергия чыганагы буларак әһәмияте бик зур. Майлар күзәнәктә углерод (IV) оксидына һәм суга кадәр оксидлаша алалар. Май таркалганда, углеводлар таркалгандагыга караганда, ике тапкыр күбрәк энергия аерылып чыга. Хайваннар һәм үсемлекләр майны запас итеп туплыйлар һәм тереклек эшчәнлеге процессында аннан файдаланалар. Орлык-

ларда майның күп булуы шытымны, ул үзлегеннән туклана ала башлаганга кадәр, энергия белән тәэмин итү өчен кирәк.

Су чыганагы буларак майларның әһәмиятен әйтергә кирәк. Оксидлашканда 1 кг майдан 1,1 кг га якын су барлыкка килә. Бу исә кайбер хайваннарның ничек итеп озак вакыт сусыз торырга сәләтле булуын аңлата. Дөяләр, мәсәлән, сусыз чүлләр кичкәндә, 10—12 көн буе эчми тора алалар. Аю, байбак һәм башка хайваннар кышкы йокылары вакытында ике айдан артык су эчмиләр. Тереклек өчен кирәкле суны бу хайваннар май оксидлашу нәтиҗәсендә алалар. Структура һәм энергетик функцияләрдән тыш, липидлар саклагыч функцияне башкаралар: май җылылыкны начар үткәрә. Тире астына җыелып, май кайбер хайваннарда күп кенә тупланмалар хасил итә. Мәсәлән, китта тире асты май катлавының калынлыгы 1 м га җитә, бу исә аңа поляр диңгезләрнең салкын суларында яшәргә мөмкинлек бирә.

1. Үсемлек һәм хайван күзәнәкләрендә нинди углеводлар бар? 2. Нинди күзәнәкләр углеводларга бик бай һәм моның организм өчен нинди әһәмияте бар? 3. Углеводларның биологик ролен сөйләп бирегез. 4. Липидлар күзәнәкнең башка матдәләреннән ни белән аерылалар? 5. Липидларның биологик роле нинди? ! ▲

41. Нуклеин кислоталары — ДНК һәм РНК

Нуклеин кислоталарының биологик роле. «Нуклеин кислоталары» дигән исем латинча «нуклеус» сүзеннән алынган, ягъни «төш»: алар иң беренче тапкыр күзәнәк төшендә табылганнар. Нуклеин кислоталарының биологик әһәмияте гаять зур. Алар күзәнәкнең нәселдәнлек үзлекләрен саклауда һәм күчерүдә үзәк урынны алып торалар, шуңа күрә нуклеин кислоталарын еш кына нәселдәнлек матдәләре дип атыйлар. Теләсә кайсы күзәнәкнең ана күзәнәк бүленү нәтиҗәсендә барлыкка килүе билгеле. Бала күзәнәккә ана күзәнәкнең үзлекләре күчә. Бу үзлекләр башлыча аның аксымнары белән билгеләнә. Нуклеин кислоталары бала күзәнәктә, нәкъ ана күзәнәктәге кебек, аксымнарның синтезын тәэмин итәләр.

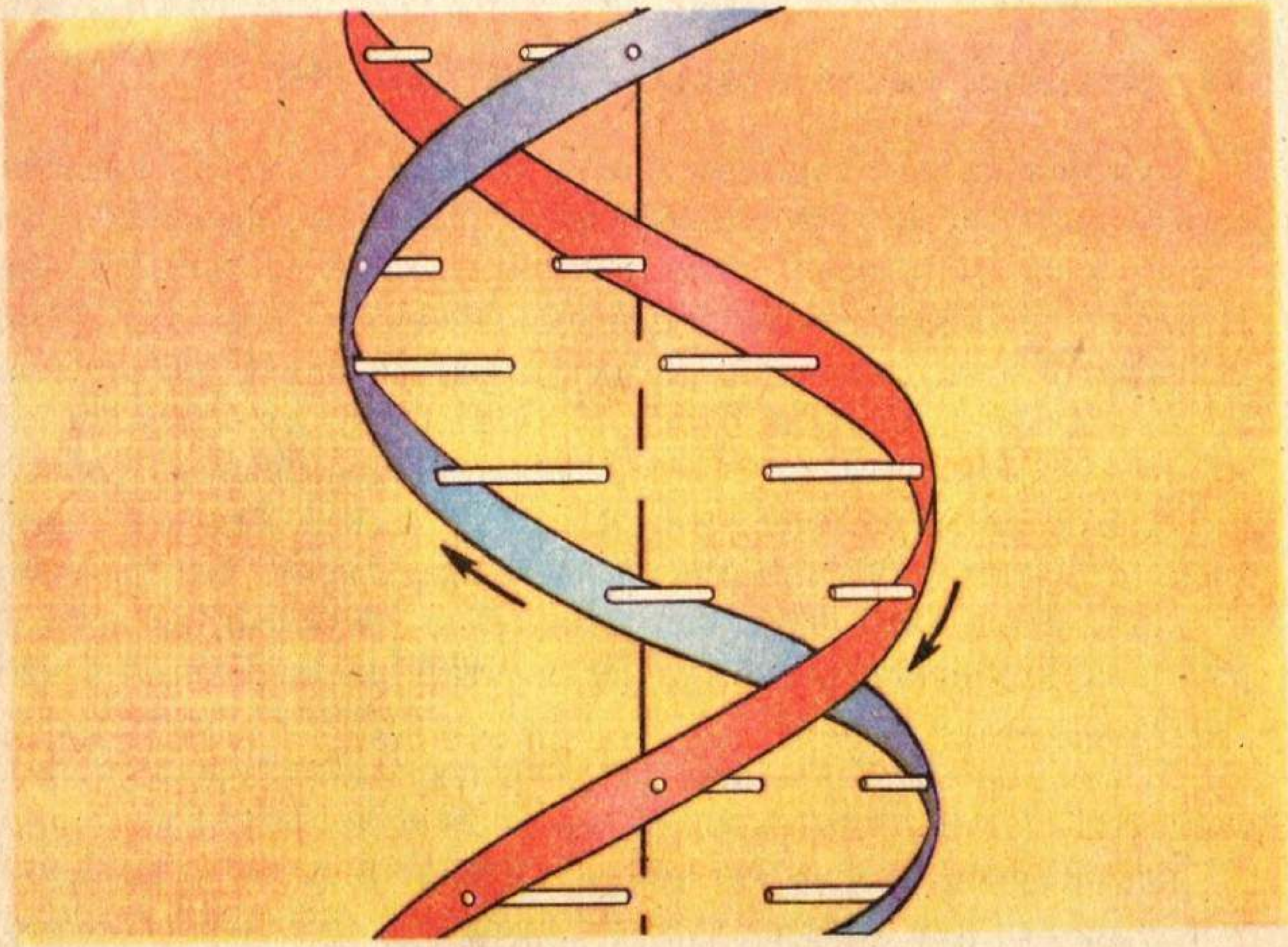
Нуклеин кислоталары ике төргә бүленә: дезоксирибонуклеин кислотасы (ДНК) һәм рибонуклеин кислотасы (РНК).

Дезоксирибонуклеин кислотасы (ДНК). Барлык күзәнәкләрнең — хайван һәм үсемлек күзәнәкләренең — нәселдәнлек информациясен саклау ролен ДНК башкара. ДНК төзелешенең схема-

сы [74] рәсемдә күрсәтелгән. ДНК молекуласы бер-берсе тирәсендә спираль булып урелгән ике җептән тора. ДНКның мондый икеле спираленең киңлеге зур түгел, 2 нм чамасы. Аның озынлыгы исә дистәләрчә мең тапкыр зуррак — ул йөзләрчә мең нанометрга җитә. Ә инде иң эре аксым молекулаларының озынлыгы сузылган хәлдә 100—200 нм дан артмый (182 бит). Шулай итеп, ДНК молекуласы буйлап бер-бер артлы меңләгән аксым молекуласы сузып салырга мөмкин. ДНКның молекуляр массасы да гаҗәеп зур — ул дистәләрчә һәм хәтта йөзләрчә миллионга җитә.

ДНКның структурасын карыйк. ДНКның һәр җебе полимер, полимерның мономерлары нуклеотидлар. Нуклеотид — өч матдәнең: азотлы нигез, углевод (моносахарид — дезоксирибоза) һәм фосфат кислотасы калдыкларыннан торган химик кушылма. Бөтен органик дөньяның ДНКлары дүрт төр нуклеотид кушылуыннан хасил булган. Аларның структуралары [75] рәсемдә күрсәтелгән. Күренгәнчә, барлык дүрт нуклеотидның да углеводы һәм фосфор кислотасы бертөрле.

Нуклеотидлар бары тик азотлы нигезләре буенча аерылалар, аларны шул нигезләргә карап исемлиләр: азотлы нигезе



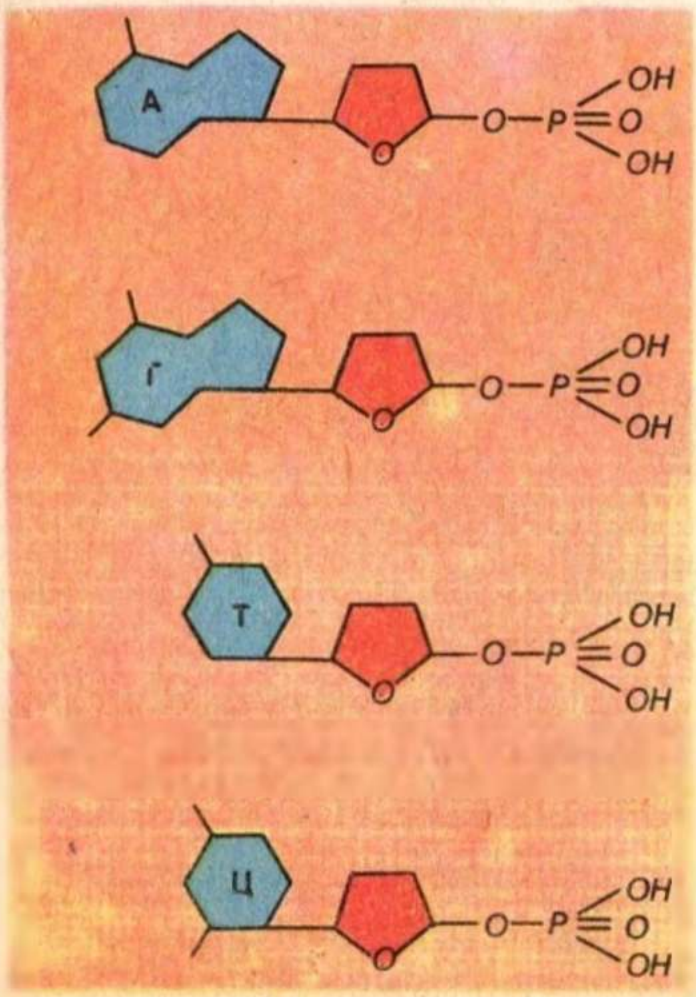
74. ДНК төзелешенең схемасы (икеле спираль).

аденин (кыскача А) булган нуклеотид, гуанинлы нуклеотид (Г), тиминлы нуклеотид (Т) һәм цитозинлы нуклеотид (Ц). Зурлыклары буенча А белән Г, ә Т белән Ц тигез; Т һәм Ц га караганда А һәм Г берникадәр зуррак.

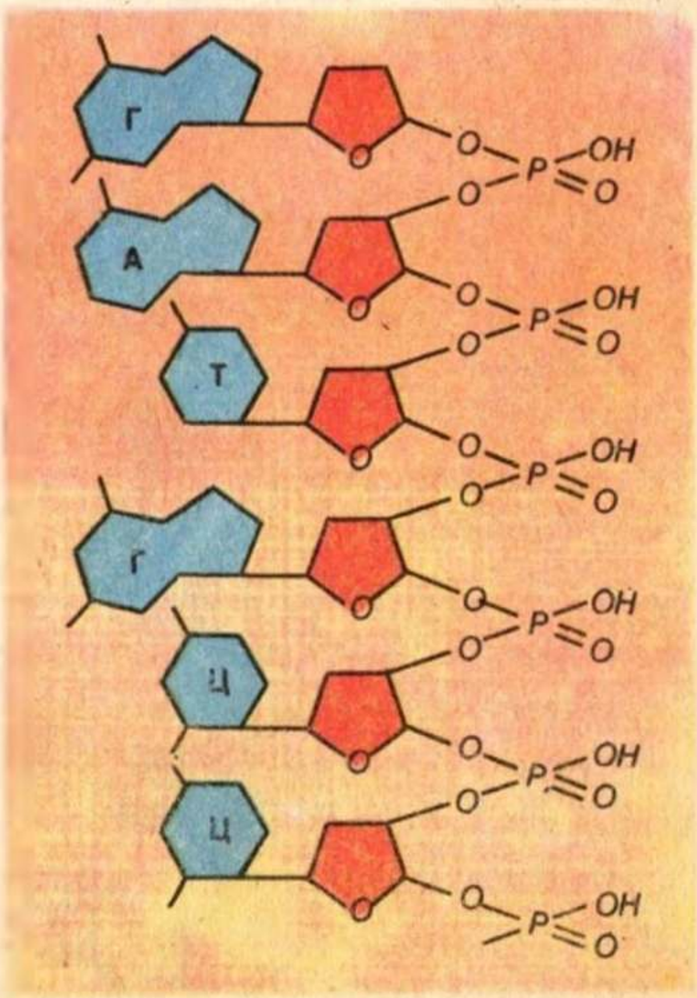
ДНК җебендә нуклеотидларның кушылуы бер нуклеотидның углероды белән күршедәге фосфор кислотасы аша була. Алар нык ковалент бәйләнеш белән тоташа 76.
Шулай итеп, ДНКның һәр җебе — полинуклеотид. Ул нуклеотидлары билгеле бер төгәл тәртип белән урнашкан озын чылбыр.

Хәзер, икеле спираль барлыкка килгәндә, ДНК җепләренең бер-берсенә карата ничек урнашуын һәм аларны нинди көчләр янәшә тотып торуын тикшерик. 77 рәсем бу турыда күзалларга мөмкинлек бирә, анда икеле спиральнең кечкенә бер өлеше сурәтләнгән.

Күренгәнчә, бер чылбырның азотлы нигезләре икенче чылбырның азотлы нигезләре белән «тоташа». Нигезләр бер-берсенә шулкадәр якын киләләр ки, алар арасында водородлы бәйләнешләр хасил була.

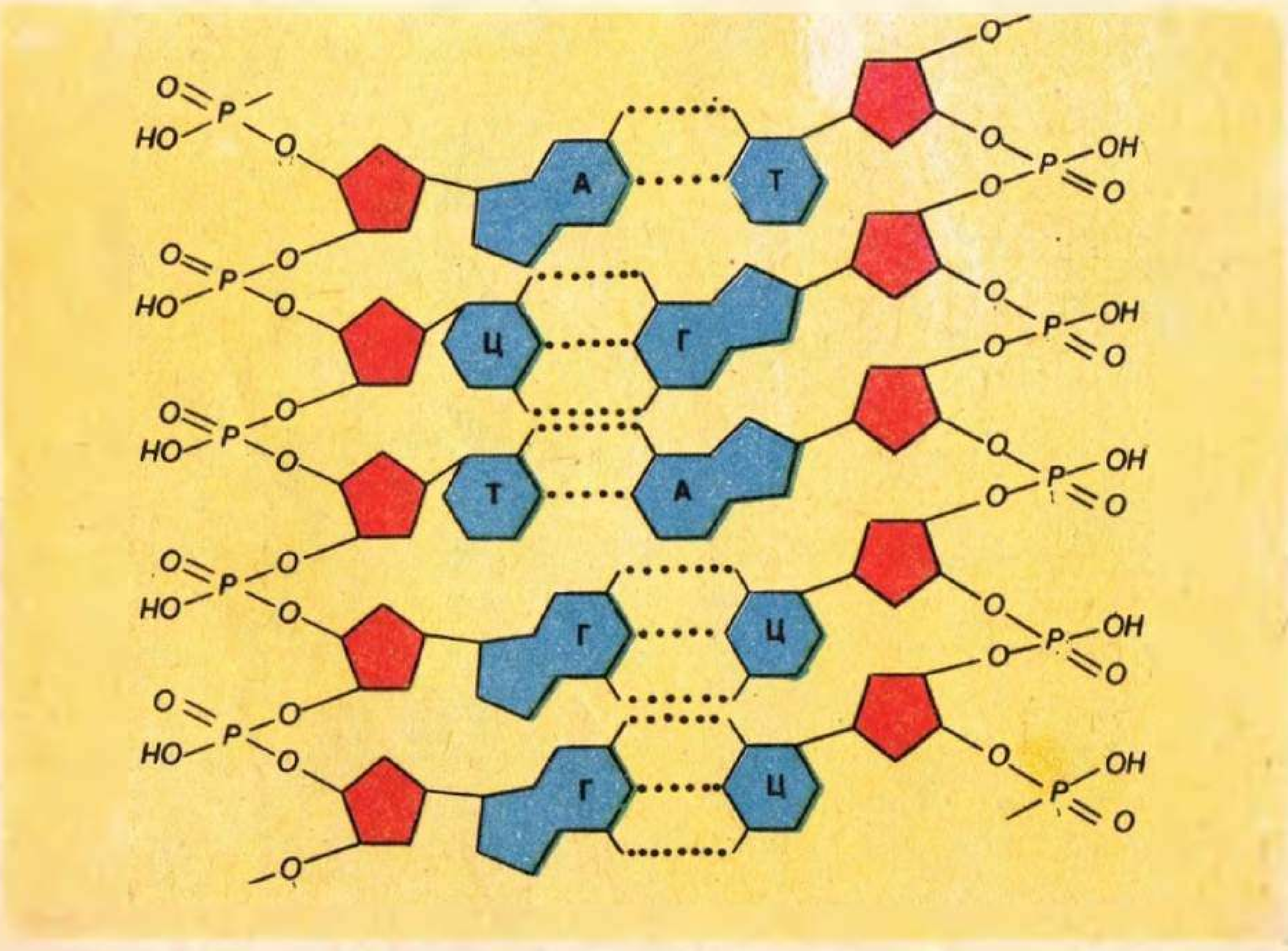


75. Тереклекнең барлык ДНКларын төзегән дүрт нуклеотид.

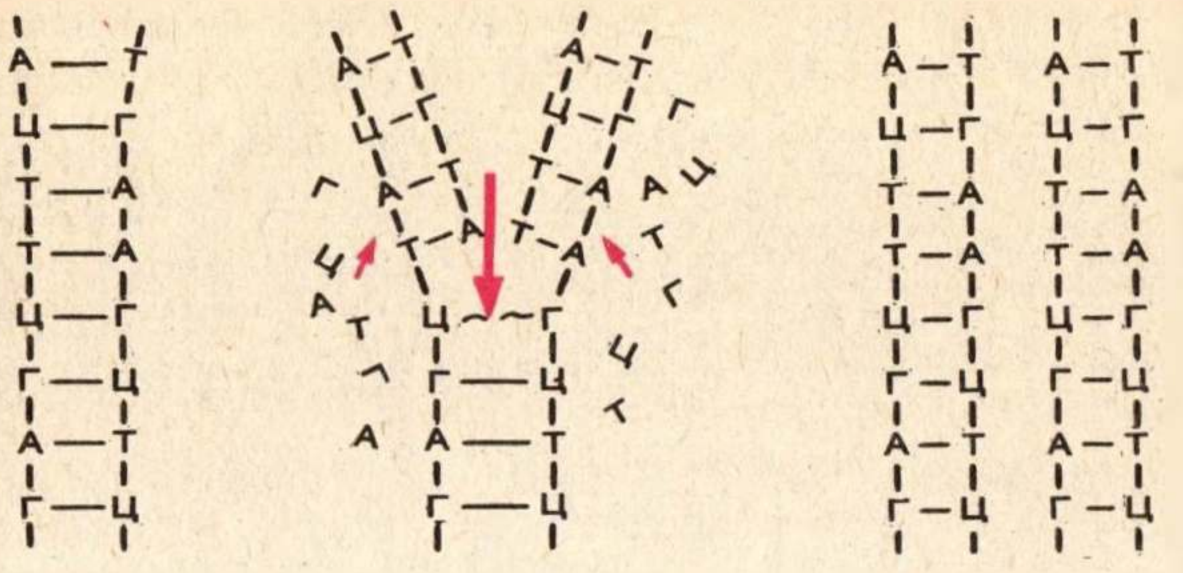


76. Нуклеотидларның полинуклеотид чылбыр булып тоташуы.

Нуклеотидларның тоташып урнашуында бик мөһим закончалык бар, атап әйткәндә, бер чылбырның А каршына һәрвакыт икенче чылбырдагы Т, ә бер чылбырның Г каршына — һәрвакыт Ц урнаша. Нуклеотидларның бары тик әлеге ярашуы булганда гына, беренчедән, икеле спиральнең бөтен буена чылбырлар арасында тигез ераклык һәм, икенчедән, капма-каршы яткан нигезләр арасында водородлы бәйләнешләрнең максималь саны (Г белән Ц арасында өч водородлы бәйләнеш һәм А белән Т арасында ике водородлы бәйләнеш) барлыкка килү тәэмин ителә икән. Бу ярашуның һәрберсендә ике нуклеотид та, әйтерсең лә, берберсен тулыландыра. «Тулыландыру» сүзе латин телендә — «комплемент». Шуңа күрә Г — Ц га комплементар, ә Т — А га комплементар дип әйтү кабул ителгән. Әгәр ДНК чылбырының нинди дә булса өлешендә бер-бер артлы А, Г, Ц, Т, А, Ц, Ц нуклеотидлары урнашса, икенче чылбырның каршы ягында аларга комплементар Т, Ц, Г, А, Т, Г, Г нуклеотидлары урнашкан була. Әгәр бер чылбырда нуклеотидларның урнашу тәртибе билгеле булса, комплементарлык принцибы нигезендә икенче чыл-



77. ДНК икеле спираленең бер участогы.



78. ДНКның икеләтә арту схемасы.

бырдагы нуклеотидларның урнашу тәртибе дә бик тиз ачыклана.

Водородлы бәйләнешләрнең күп санда булуы ДНК җепләренең нык тоташуын тәэмин итә, бу исә молекулага ныклык бирә һәм шул ук вакытта аның хәрәкәтчәнлеген саклый: дезоксирибонуклеаза ферменты тәэсиреннән ул бик ансат сүтелә.

ДНК күзәнәк төшендә, шулай ук митохондрияләрдә һәм хлоропластларда була. Төш эчендә ДНК, аксымнар белән кушылган хәлдә, хромосомалар составына керә.

ДНКның икеләтә артуы. ДНК структурасы нигезендәге комплементарлык принцибы күзәнәкләр бүленер алдыннан ДНКның яңа молекулалары ничек синтезлануын аңларга мөмкинлек бирә. Бу синтез ДНК молекуласының икеләтә артуга булган искиткеч сәләтеннән килә һәм ул ана күзәнәктән бала күзәнәккә нәселдәнлек билгеләре күчүне билгели.

ДНКның ничек итеп икеләтә артуы 78 рәсемдә күрсәтелгән. ДНК икеле спирале фермент тәэсирендә бер очыннан аерыла башлый, һәм һәр аерылган чылбырда әйләнә-тирәдәге ирекле нуклеотидлардан яңа чылбыр җыела. Яңа чылбыр комплементарлык принцибына төгәл туры китереп җыела. Һәр А каршына Т; Г каршына Ц урнаша һ. б. Нәтиҗәдә ДНКның бер молекуласы урынына, баштагысы кебек үк, нәкъ шундый нуклеотид составлы ике молекула барлыкка килә. ДНКның яңадан барлыкка килгән һәр молекуласындагы бер чылбыр баштагы молекуладан килеп чыга, ә икенчесе яңадан синтезлана.

Рибонуклеин кислоталары (РНК). РНК структуралары ДНК структуралары белән бик охшаш. РНК, ДНК кебек үк, полинуклеотидлар, әмма, ДНКдан аермалы буларак, РНК молекула-

сы бер чылбырлы. ДНКдагы кебек үк, РНК структурасы нуклеотидларның дүрт тибы чиратлашып урнашуыннан барлыкка килә, ләкин РНК нуклеотидларының составы ДНК нуклеотидларыннан бераз аерыла, ягъни РНКдагы углевод дезоксирибоза түгел, бәлки, рибоза, РНКның рибонуклеин кислотасы дигән исеме дә шуннан. Моннан тыш, РНКга азотлы нигез тимин урынына икенче, төзелеше белән аңа якын, урацил (У) дип аталган нигез керә.

Күзәнәктә берничә төр РНК була. Алар барысы да аксым синтезлауда катнаша. Беренче төре — транспорт РНКлары (т-РНК). Болар зурлыклары буенча иң кечкенә РНКлар. Алар үзләренә аминокислоталарны бәйләп, аксым синтезлану урынына күчерәләр. Икенче төре — информация РНКлары (и-РНК). Алар т-РНКдан 10 тапкырга зуррак. и-РНКның функциясе — аксым синтезлану урынына ДНКдан аксым структурасы турында информация күчерү. Өченче төре — рибосома РНКлары (р-РНК). Бу иң эре молекулалар рибосома составына керәләр.

1. Күзәнәктә нуклеин кислоталарының нинди ике төре табылган? 2. ДНКның биологик роле нинди? 3. ДНК структурасы турында сөйләгез. 4. Комплементарлык принцибының асылы нәрсәдә? 5. ДНКның икеләтә артуы ничек башкарыла? 6. Күзәнәктә РНКның нинди төрләре бар? 7. ДНК һәм РНК структураларын чагыштырыгыз.

42. Матдәләр алмашы. Аденозинтрифосфат кислотасы — АТФ

Матдәләр алмашының функцияләре. Тере күзәнәк тирәлектән даими рәвештә матдәләрне алып һәм тирәлеккә чыгарып тора. Мәсәлән, кеше күзәнәкләре кислород, су, глюкоза, аминокислоталар, минераль тозлар, витаминнар ала, ә углекислый газ, су, мочевина, сидек кислотасы һ. б. ны бүлеп чыгара.

Кеше күзәнәгенә хас матдәләр җыелмасы тере организмнарның бик күп башка күзәнәкләренә дә: барлык хайван күзәнәкләренә, кайбер микроорганизмнарга хас. Яшел үсемлекләрнең күзәнәкләрендәге матдәләр алмашының характеры бөтенләй башка: аларның азык матдәләре — углекислый газ һәм су, ә бүленеп чыга торган матдә — кислород. Кузаклы үсемлекләрнең (вика, борчак, клевер, соя) тамырларында тереклек итүче кайбер бактерияләр атмосфера азоты белән туклана, ә азот кислотасын

бүлеп чыгара. Чүп чокырларындагы һәм сазлыклардагы микроорганизмнар сероводород беләи туклана, күкерт бүлеп чыгара, бу күкерт сары куиык булып су һәм туфрак өстен каплый.

Шулай итеп, азык һәм бүленеп чыгу матдәләренең характеры һәр төр организм күзәнәкләре өчен үзенчәлекле, әмма гомуми закон барысы өчен дә бер: күзәнәк тере чакта тышкы тирәлектән күзәнәккә һәм күзәнәктән тышкы тирәлеккә бертуктаусыз матдәләр хәрәкәте булып тора.

Матдәләр алмашы ике функцияне үти. Беренче функция — *күзәнәкне төзү материаллары белән тәэмин итү*. Күзәнәккә кергән матдәләрдән — аминокислоталардан, глюкоза, органик кислоталар, нуклеотидлардан — күзәнәктә туктаусыз аксым, углевод, липид, нуклеин кислоталары синтезланып тора. Алардан күзәнәкнең тәне, мембраналары, органоидлары формалаша. Яшь, үсә торган күзәнәкләрдә синтез реакцияләре аеруча актив бара. Әмма үсүе һәм үсеше туктаган күзәнәкләрдә дә матдәләр синтезы тукталмый, чөнки күзәнәкнең химик составы аның бөтен гомере буена күп тапкыр яңара. Күзәнәктәге аксым молекулалары «гомеренең дәвамлылыгы» 2—3 сәгатьтән алып берничә көнгә кадәр булуы беленгән. Шушы сроктан соң алар таркала һәм яңадан синтезланганнары белән алыштырыла. Шулай итеп, күзәнәк үзенең функцияләрен һәм химик составын саклый.

Күзәнәкнең төзелүенә һәм аның составы яңарып торуына ярдәм итә торган реакцияләрнең җыелмасы *пластик алмашу* (грекча «пластикос» — сылап эшләнгән, скульптура) дигән исем йөртә.

Матдәләр алмашының икенче функциясе — *күзәнәкне энергия белән тәэмин итү*. Тереклек эшчәнлегенең теләсә кайсы күренеше (хәрәкәт, матдәләр синтезы, җылылык генерациясе һ.б.) энергия тотылуга мохтаҗ. Күзәнәкне энергия белән тәэмин итү өчен, күзәнәккә кергән матдәләрнең таркалуына бәйле химик реакцияләр вакытында аерылып чыккан энергия файдаланыла. Бу энергия башка төр энергияләргә әверелә. Күзәнәкне энергия белән тәэмин итүче реакцияләр җыелмасын *энергия алмашы* дип атыйлар. Пластик алмашу һәм энергия алмашы бер-берсе белән тыгыз бәйләнгән. Бер яктан, пластик алмашуның барлык реакцияләре энергия тотылуга мохтаҗ. Икенче яктан, энергия алмашы реакциясе барсын өчен, даими рәвештә, ферментлар синтезы булып тору кирәк, чөнки фермент молекулаларының «тереклек дәвамлылыгы» кыска.

Күзәнәкнең тышкы тирәлек белән бәйләнеше пластик алмашу һәм энергия алмашы аша башкарыла. Бу процесслар күзәнәк тереклеген саклауның төп шарты һәм аның үсүе, үсеше, эшләп торуы өчен төп чыганак та.

Тере күзәнәк ачык система ул, чөнки күзәнәк белән аны чолгап алган тирәлек арасында даими рәвештә матдәләр һәм энергия алмашы яшәп килә.

Күзәнәкнең энергия һәм пластик алмашында АТФның роле. Һәр күзәнәктә аденозинтрифосфат кислотасы (АТФ) була. Химик структурасы буенча АТФ нуклеотидларга керә (198 бит). Һәр нуклеотидтагы кебек, аны да азотлы нигез — аденинның, углевод — рибозаның һәм фосфат кислотасының калдыклары тәшкил итә 79. Шул ук вакытта АТФ гадәти нуклеотидлардан шактый нык аерыла: фосфат кислотасының бер калдыгы урынына аңарда өч калдык була.

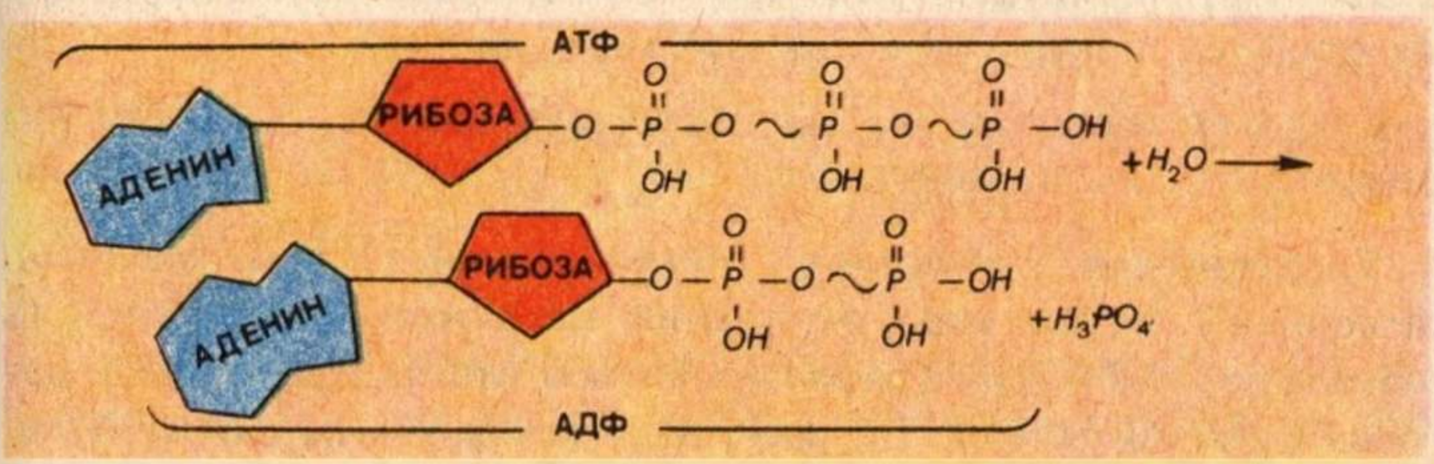
Билгеле булганча, күзәнәкнең эчке реакциясе нормаль хәлдә нейтраль дип әйтерлек. АТФ күзәнәктә кислота рәвешендә түгел, ә тоз рәвешендә була, әлбәттә. Димәк, бу шартларда фосфат кислотасы калдыкларында —ОН группалары урынына кислородның тискәре корылган атомнары (—О) була. Якын урнашкан бер исемдәге корылмалар бер-берсеннән этеләләр. АТФның молекуляр структурасы шулай итеп тотрыклы түгел. Специфик ферментлар тәэсирендә ул гидролизлаша, ягъни су молекуласын куша һәм таркала:

$$АТФ + H_2O \rightarrow АДФ + H_3PO_4$$

Шул чакта ахырдагы фосфат калдыгы фосфат кислотасы хасил итә, ә АТФ АДФка, ягъни аденозиндифосфат кислотасына әверелә. Бу реакция энергия (40 кДж/моль чамасы) аерылып чыгу белән бара.

Күзәнәкнең энергия алмашында АТФ үзәк роль уйный. Ул күзәнәкнең теләсә нинди функциясен турыдан-туры энергия белән тәэмин итү чыганагы булып тора. Хәрәкәт, биосинтез, электр, яктылык генерациясе һ.б.ш. — күзәнәк активлыгының теләсә кайсы төре — АТФның югарыда күрсәтелгән гидролизы реакциясе нәтиҗәсендә аерылып чыккан энергия исәбенә башкарыла.

Әмма күзәнәктә АТФ запасы бик аз. Мәсәлән, аның мускуллардагы запасы 20—30 кыскаруга гына җитә. Ә бит мускул сәгатьләр буена эшләргә һәм меңнәрчә тапкыр кыскарырга мөмкин. АТФның таркалуы белән бергә аның туктаусыз синтезлануы менә



79. АТФ структурасы. АТФның АДФга әверелүе (~ — макроэргик бәйләнеш).

ни өчен кирәк икән. Тотылган АТФны тулыландыру өчен, углевод, липид һәм башка матдәләр таркалу нәтиҗәсендә аерылып чыккан энергия файдаланыла. Кыска вакытлы, ләкин күп көч куела торган эш башкарганда, мәсәлән, кыска дистанциягә йөгергәндә, мускуллар бары тик алардагы АТФ таркалу исәбенә генә эшли. Кеше, йөгерүеннән туктагач, еш сулый — бу вакытта углеводлар белән башка матдәләр таркала һәм күзәнәкләрдә АТФ запасы кайтарыла.

Шулай итеп, АТФ — күзәнәкне энергия белән тәэмин итеп торучы бердәнбер һәм универсаль чыганак.

1. Матдәләр алмашының функцияләре турында сөйләгез. 2 АТФ структурасы турында сөйләгез. 3. Күзәнәкнең тереклек эшчәнлегендә АТФның әһәмияте нинди? 4. Ни өчен күзәнәктә АТФ синтезы туктаусыз бара? 5. АТФ синтезы күзәнәктә кай урында һәм ничек бара?

43. Күзәнәктә энергия алмашы. АТФ синтезы.

АТФ синтезы аз гына цитоплазмада, әмма нигездә митохондрияләрдә бара, шуңа күрә митохондрияләрне күзәнәкнең «көч станцияләре» дип атыйлар.

Кеше, күп кенә хайван һәм кайбер микроорганизмнарның күзәнәкләрендә глюкоза АТФ синтезы өчен кирәкле энергиянең төп чыганагы булып тора. Күзәнәктә глюкозаның АТФ синтезлану белән бара торган таркалуы бер-бер артлы килә торган ике стадиядә башкарыла. Беренче стадияне *гликолиз*, яки *кислородсыз таркалу* дип атыйлар. Икенче стадияне *сулау*, яки *кислородлы таркалу* дип атыйлар.

Гликолиз. Гликолизның соңгы нәтиҗәне чагылдырган, ягъни кислородсыз таркалу тигезләмәсен карап китик:

$$\underset{\text{глюкоза}}{C_6H_{12}O_6} + 2АДФ + \underset{\text{фосфат кислотасы}}{2H_3PO_3} \longrightarrow \underset{\text{сөт кислотасы}}{2C_3H_6O_3} + 2АТФ + 2H_2O$$

Тигезләмәдән күренгәнчә, гликолиз процессында кислород катнашмый (шуңа күрә бу стадия кислородсыз таркалу дип йөртелә дә). АТФ һәм фосфат кислотасы гликолизның алыштыргысыз катнашучылары. Бу ике матдә күзәнәктә һәрвакыт була, чөнки алар күзәнәкнең тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә даими барлыкка килеп тора. Гликолиз процессында глюкозаның 1 молекуласы таркалу нәтиҗәсендә АТФның 2 молекуласы барлыкка килә.

Соңгы нәтиҗәне чагылдырган тигезләмә процессның механизмын күрсәтми. Гликолиз — катлаулы, күп баскычлы процесс. Ул бер-бер артлы уза торган 10 реакциянең өзлексез агышыннан гыйбарәт. Һәр реакцияне махсус фермент катализлый. Һәр реакция нәтиҗәсендә бераз энергия аерылып чыга, ә тулаем 1 моль глюкозага 200 кДж чамасы җыела. Бу энергиянең бер өлеше (60% ы) җылылык рәвешендә тарала, ә икенче өлеше (40% ы) АТФ хәлендә саклана.

Гликолиз процессы барышында кеше һәм хайваннар күзәнәкләрендә глюкоза сөт кислотасына кадәр таркала. Гликолизның мондый төре бактерияләрнең һәм гөмбәчекләрнең кайбер төрләренә дә хас, шулай ук катык, әчегән сөт, кефир әзерләүнең нигезендә дә шушы процесс ята. Чүпрә гөмбәчекләре АТФ синтезлау процессында глюкозаны этил спиртына һәм углерод (IV) оксидына кадәр таркаталар. Шулай итеп, *спиртлы әчешү* дип аталган процесс бара. Гликолиз һәм спиртлы әчешүнең арадаш реакцияләре охшаш. Шәраб, сыра, квас җитештерү спиртлы әчешүгә нигезләнгән.

Сулау. Гликолиз тәмамланганнан соң икенче стадия — сулау, яки кислородлы таркалу башлана. Кислородлы процесста, субстратлардан тыш, күп санда ферментлар, күчерүче молекулалар, су, молекуляр кислород катнаша. Кислородлы процессның нормаль баруы өчен төп шарт — *митохондрияләр мембраналарының зарарланмаган булуы.*

Гликолизның соңгы продукты — сөт кислотасы — митохондрияләргә үтә, анда тулысынча таркала:

$$C_3H_6O_3 + 3H_2O \longrightarrow 3CO_2 + 12H$$

Хасил булган углерод (IV) оксиды митохондрия мембранасы аша иркен үтә һәм әйләнә-тирәлеккә чыга. Водород атомнарын исә күчерүче молекулалар эләктереп ала һәм эчке митохондриаль мембранага күчерәләр, анда алар оксидлаша, ягъни электроннарын югалта:

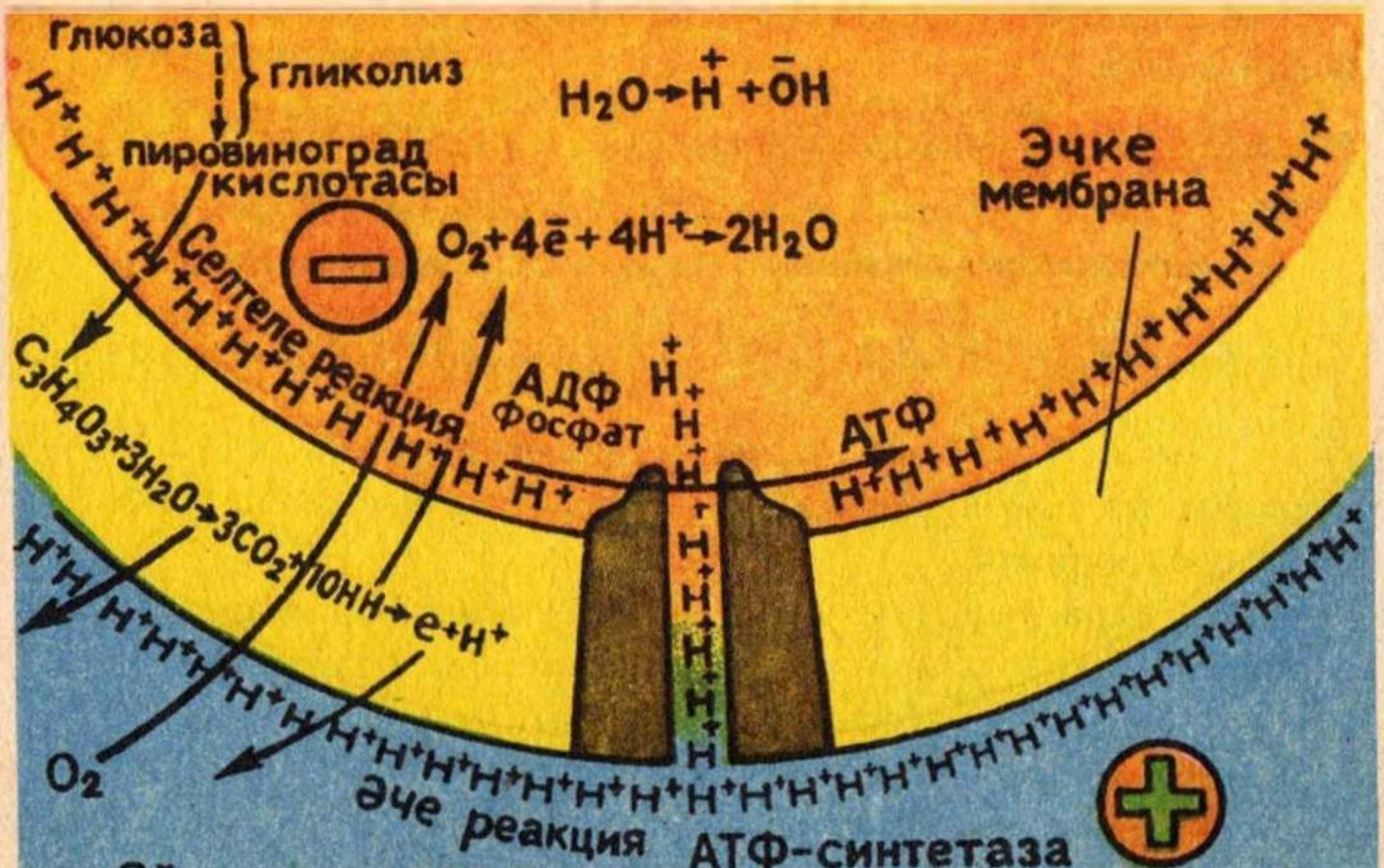
$$H - \bar{e} \longrightarrow H^+$$

Күчерүче молекулалар водород электроннарын һәм ионнарын (H^+) капма-каршы якларга озата: электроннарны мембрананың эчке ягына, ә водород ионнарын мембрананың тышкы ягына күчерә 80 .

Зарарланмаган митохондриаль мембрана ионнарны үткәрми, шуңа күрә мембрананың тышкы ягында H^+ ионнарының концентрациясе артканнан-арта. Ионнарның концентрациясе арту нәтиҗәсендә бу зона уңай корылма ала. Мембрананың эчке ягында электроннар һәм H^+ ионнары бергә молекуляр кислород белән реакциягә керәләр:

$$O_2 + 4\bar{e} + 4H^+ \longrightarrow 2H_2O$$

(молекуляр кислород митохондриягә әйләнә-тирәдән үтеп керә, ә H^+ ионнарын су бирә: $H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$). Нәтиҗәдә мембрананың эчке ягында H^+ ионнары концентрациясе кими, һәм, димәк, OH^- ионнары концентрациясе арта. Мембрананың бу ягы селтеләнә һәм тискәре электрлыга әйләнә. Мембрананың ике ягында капма-каршы корылган кисәкчекләрнең концентра-



80. Митохондриядә АТФ синтезлану схемасы

циясе зурайган саен алар арасында потенциаллар аермасы арта.

Мембрананың кайбер участокларында аңа АТФ синтезлый торган фермент («АТФ-синтетаза») молекулалары кереп урнашканлыгы ачыкланды. АТФ-синтетаза молекуласында канал була, H^+ ионнары шуның аша уза алалар. Ләкин бу хәл мембранада потенциаллар аермасы күпмедер критик дәрәҗәгә (200 мВ чамасы) җитсә генә була. Бу күрсәткечкә җиткәч, H^+ ионнары АТФ-синтетаза молекуласындагы каналга электр кыры көче белән этеп кертеләләр, мембрананың эчке ягына күчәләр, анда молекуляр кислородны кайтару реакциясе вакытында тотылган H^+ ионнары торгызыла.

АТФ-синтетаза молекуласындагы канал аша H^+ ионнары узганда АДФтан һәм органик кислота булмаган фосфат кислотасыннан АТФ синтезлану бара.

Кислородлы процессның күп кенә реакцияләре (водород атомнарының оксидлашуы, электроннарның күчерелүе, кислород кайтарылу реакциясе һ. б.) энергия аерылып чыгу белән баралар. Барысы бергә шактый сизелерлек зурлык — тулысынча оксидлашканда сөт кислотасының һәр 2 моленә 2600 кДж җыела. Бу энергиянең 45%ы җылылык рәвешендә тарала, ә 55%ы АТФ рәвешендә саклана.

Сөт кислотасының кислородлы таркалу процессы тигезләмәсе болай языла:

$$2C_3H_6O_3 + 6O_2 + 36АДФ + 36H_3PO_4 \longrightarrow 36АТФ + 6CO_2 + 42H_2O$$

Бу тигезләмәне гликолиз тигезләмәсе белән кушканда

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38АДФ + 38H_3PO_4 \longrightarrow 38АТФ + 6CO_2 + 44H_2O$$

килеп чыга. Тигезләмә глюкоза молекуласының тулы, ягъни кислородсыз һәм кислородлы, таркалуы нәтиҗәсендә АТФ синтезлануын күрсәтә.

Әлеге параграф материалы кайбер нәтиҗәләр ясарга һәм түбәндәге сорауларга җавап бирергә мөмкинлек тудыра:

1. Гликолиз процессында АТФ синтезы мембраналарга мохтаҗ түгел. Барлык кирәкле субстратлар һәм ферментлар булганда, АТФ синтезы пробиркада да бара. Кислородлы процессны уздыру өчен, зарарланмаган мембрана булу шарт, чөнки аңарда бара торган электр күренешләре хәлиткеч роль уйныйлар.

2. Күзәнәктә 1 молекула глюкоза углерод (IV) оксидына һәм суга таркалганда 38 молекула АТФ синтезлануны тәэмин итә. Шулардан кислородсыз стадиядә 2 молекула, ә кислородлы стадиядә 36 молекула синтезлана. Шулай итеп, кислородлы процесс кислородсызга караганда 20 тапкырга диярлек нәтиҗәлерәк.

3. Яңа туган балаларның, ялангач туган хайван балаларының, кышкы йокыга тала торган хайваннарның арка ягында көрән төстәге май урнашкан. Май күзәнәкләрендә мембраналары бик вак тишекле митохондрияләр күп. Водород ионнары шул тишекләр аша иркен үтәләр. Уйлагыз әле: 1) көрән майның күзәнәкләрендә АТФ синтезы узарга мөмкинме? 2) Аларда сулау энергиясе нәрсәгә әверелә?

! 1. Кислородлы процесс нормаль узсын өчен, митохондриаль мембрана нигә зарарланмаган булырга тиеш?

▲ 2. Кислородсыз тирәлектә яшәүче организмнар, ни өчен азыкны бик күп күләмдә кулланалар?

44. Пластик алмашу. Аксымнар биосинтезы. и-РНК синтезы

Аксымнар биосинтезының әһәмияте. Пластик алмашу реакцияләреннән аксымнар синтезы иң мөһим әһәмияткә ия. Күзәнәктә төрле-төрле берничә мең аксым бар. Һәр төр күзәнәктә бары тик үзенә генә хас специфик аксымнар булганлыгын искә төшереп үтәргә кирәк (182 бит). Нәкъ менә үз аксымын гына синтезлау сәләте күзәнәктән күзәнәккә нәселдәнлек буенча тапшырыла һәм бөтен гомере буена саклана. Барлык күзәнәкләр аксымнарны гомер буена синтезлый, чөнки нормаль тереклек барышында аксымнар акрынлап денатурлана, аларның структурасы һәм функцияләре бозыла. Мондый аксым молекулалары күзәнәктән чыгарып ташлана һәм тулы кыйммәтле яңа молекулалар белән алмаштырыла. Шуның аркасында күзәнәкнең тереклек эшчәнлеге саклана.

ДНК коды. Синтезлана торган аксымның структурасын билгеләүдә төп рольне ДНК уйный. Шушы күзәнәк аксымнарының беренчел структурасы турындагы информация ДНКның җепсыман молекуласында урнашкан. *Билгеле бер аксымның беренчел структурасы турында информациясе булган ДНКның кыска бер кисентесе ген дип атала.* ДНК молекуласында берничә йөз ген була.

Аксымның беренчел структурасы ДНКда ничек итеп программалаштырылуын белү өчен, аналогиядән файдаланыйк. Сигналлар һәм телеграммалар тапшыра торган Морзе әлифбасы турында күбебез белә. Морзе әлифбасы буенча алфавитның барлык хәрефләре, тыныш билгеләре һәм саннар кыска, озын сигналларның, ягъни нокта һәм сызыкның билгеле бер тәртиптәге комбинациясе белән билгеләнә. Телеграф, радио буенча тапшыру өчен кулланыла торган шартлы билгеләр җыелмасы код яки шифр дип атала. Морзе әлифбасы — кодка мисал ул.

Терек табигатьтә эволюция процессында ДНК коды дип йөртелә торган код барлыкка килгән: теге яки бу күзәнәк аксымнарының беренчел структурасы турында информация ДНК молекулаларында язылган һәм саклана.

ДНКның эзлекле урнашкан нуклеотидлардан торган чылбыр икәнен (188 бит), ә аксымның эзлекле урнашкан аминокислоталардан төзелгән чылбыр икәнен (177 бит) искә төшерик. Морзе кодында һәр хәрефкә билгеле тәртиптәге нокталар һәм сызыклар туры килгән кебек, ДНК кодында да билгеле бер тәртип белән урнашкан нуклеотидлар оештырмасы аксым молекуласындагы аерым бер аминокислотага туры килә.

Аксымның беренчел структурасы турында ДНК молекуласында язылган информацияне белү өчен, ДНКның кодын белергә кирәк, ягъни һәр аминокислотага нуклеотидларның нинди оештырмасы туры килүен белергә кирәк. Нуклеотидлар нибары 4 төр (188 бит), ә аминокислоталар 20 (177 бит) булганлыктан, һәр аминокислотага берничә нуклеотидтан торган оештырма туры килә. Аксымның һәр аминокислотасы ДНК чылбырында бер-бер артлы урнашкан 3 нуклеотид оештырмасы белән шифрлана: 4 элементның 3 ләп кушылуыннан 64 төрле оештырма төзергә мөмкин, бу исә барлык 20 аминокислотаны шифрлау өчен артыгы белән җитә.

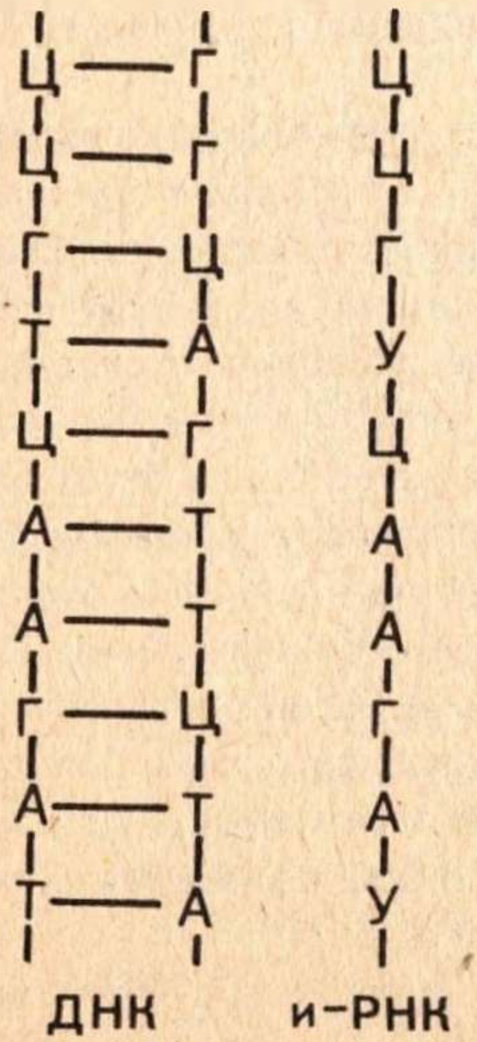
Хәзерге вакытта ДНК коды тулысынча расшифровкаланды (203 биттәге таблицаны карагыз). Һәр аминокислота өчен аны

шифрлаучы өчәрле нуклеотидларның — триплетларның составы төгәл анықланды.

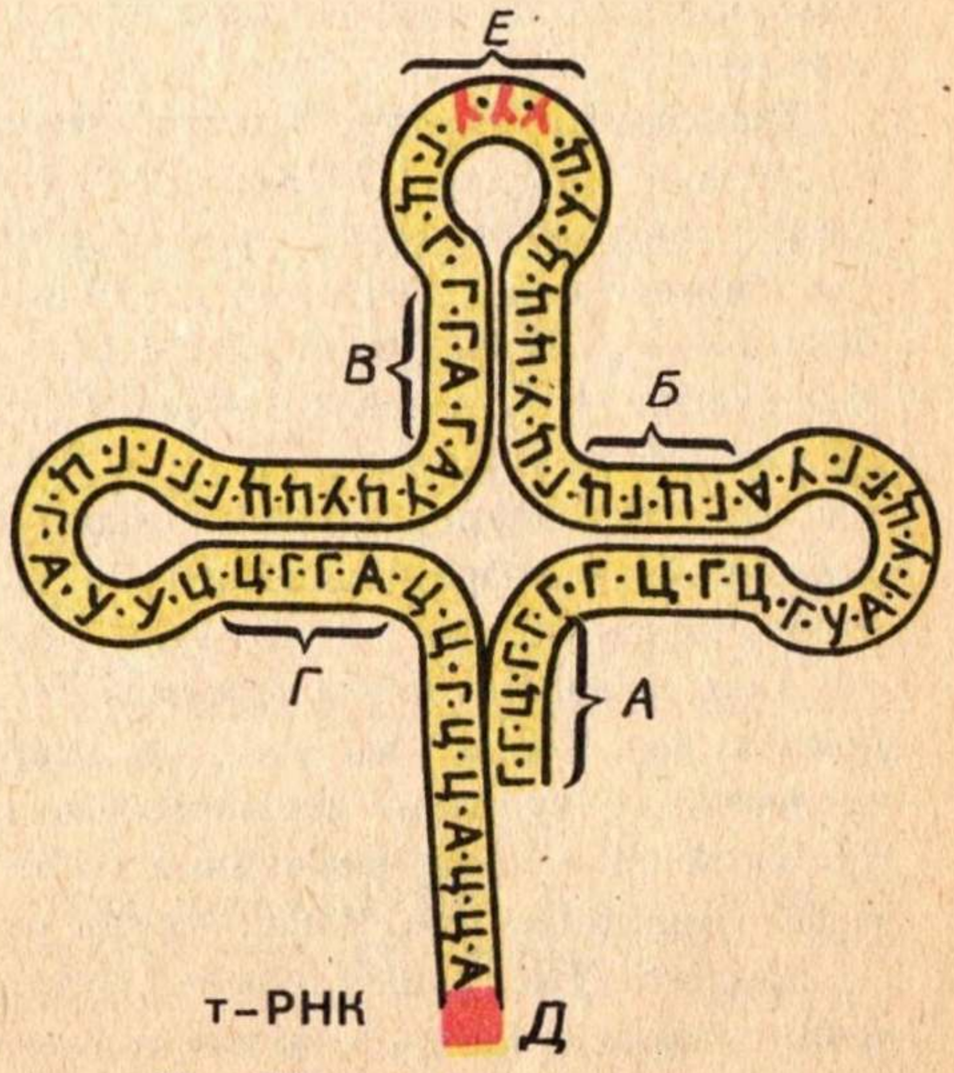
Күп кенә очракларда ДНК кодында бер үк аминокислота бер генә триплет белән түгел, ә берничә — ике, дүрт һәм хәтта алты триплет белән шифрланган. Кодның мондый үзлеге нәсел-дәнлек информациясен саклауда һәм күчерүдә ышанычны арттыру өчен әһәмиятле.

Таблицадагы 64 триплет арасында өчесе — УАА, УАГ һәм УГА — аминокислотаны шифрламый (безнең генетик код таблицасында триплетлар урынында сызыкчалар тора). Бу триплетлар — полипептид чылбырның синтезы тәмамлану сигналлары. Мондый триплетларның киpәклеге менә нәрсәдән килеп чыккан — шактый гына очракларда и-РНКда берничә полипептид чылбыр синтезы башкарыла. Аларны бер-береннән аеру өчен әлеге триплетлар файдаланыла да инде.

Транскрипция. Аксым синтезы рибосомаларда уза, ә аксым структурасы турындагы информация төштә урнашкан ДНКда шифрланган. Ничек итеп информация төштән цитоплазмадагы рибосомаларга барып житә соң? Информация тапшыру и-РНК



81. и-РНК синтезы схемасы.



82. т-РНК схемасы.

ярдәмендә башкарыла, ә бу и-РНК лар ДНК молекуласы чылбырларның — генның — бер участогында синтезланалар һәм аның структурасын төгәл кабатлыйлар.

Гендагы нуклеотидларның составы һәм урнашу эзлеклелеге ничек итеп и-РНКга «күчереп язылуы» мөмкинлеген аңлау өчен, комплементарлык принцибын искә төшерик. ДНКның икеле спиральле молекуласы шуның нигезендә төзелгән (190 бит). Бу принцип и-РНК синтезында да саклана. Моның ничек узганын [illegible] рәсем аңлата. ДНК чылбырларының берсендәге һәр нуклеотид каршына аңа комплементар и-РНК нуклеотиды баса (РНКда азотлы нигезе Т булган нуклеотид урынына азотлы нигезе У булган нуклеотид икәнлеген исегезгә төшерик). Шулай итеп, $Г_{днк}$ каршына — $Ц_{рнк}$, $Ц_{днк}$ каршына — $Г_{рнк}$, $А_{днк}$ каршына — $У_{рнк}$, $Т_{днк}$ каршына $А_{рнк}$ баса. Нәтиҗәдә барлыкка килә торган РНК чылбыры икенче чылбырның төгәл күчермәсе була.

Шулай итеп, бу гендагы информация и-РНКга күчереп язылган кебек була. Бу процессны *транскрипция* дип атыйлар (лат. «транскрипцио» — күчереп язу). Шуннан соң и-РНК молекулалары аксымнар синтезы барган урынга, ягъни рибосомаларга юнәлә. Цитоплазмадан шул урынга аксымнар төзүче аминокислоталар да бара. Азык аксымнары таркалышы нәтиҗәсендә барлыкка килгән аминокислоталар цитоплазма күзәнәкләрендә һәрвакыт була.

Транспорт РНКлары. Һәр аминокислотаны рибосомаға специальләшкән транспорт РНКсы (т-РНК) «озатып куя». Табигый аксымнарны төзүдә төрле-төрле 20 аминокислота катнашканлыктан, билгеле инде, т-РНКлар да 20 дән ким түгел. т-РНК чылбырының күп кенә урыннарында, бер-беренә карата комплементар булган, 4—7 эзлекле нуклеотид звеносы барлыгы билгеле. 2 рәсемдә бу участоклар *А, Б, В, Г* хәрефләре белән билгеләнгән. Бу участокларда комплементар нуклеотидлар арасында водород бәйләнешләре барлыкка килә. Нәтиҗәдә формасы буенча клевер яфрагына охшаш катлаулы элмәкле структура хасил була. Аның югарыгы очында (рәсемдә *Е* хәрефе белән билгеләнгән) генетик код буенча билгеле бер аминокислотага туры килгән нуклеотидлар триплеты урнашкан. Бу триплетны кодлы триплет дип атыйлар. «Клевер яфрагының түбәнге очында (рәсемдә *Д* хәрефе) аминокислотаны бәйли торган участок бар.

Кодлы т-РНК триплетларының нуклеотид составы и-РНК триплетларының нуклеотид составына комплементар була. Мәсәлән,

аланин т-РНКсының кодлы триплеты — ЦГА (и-РНКда аңа ГЦУ триплеты комплементар), валин т-РНКсының кодлы триплеты — ЦАА (и-РНКда аңа ГУУ триплеты комплементар; генетик код таблицасы буенча тикшерегез). 82 рәсемдә сурәтләнгән т-РНКның кодлы триплеты УУУ. Бу триплет аминокислота лизинга туры килә — лизин т-РНКсы. Ул лизин аминокислотасын үзенә куша һәм рибосомага күчерә.

Таблицада барлык 20 аминокислотаны кодка салган триплетларның составы күрсәтелгән (аминокислоталарның атамалары кыскартылган, 178 битне карагыз). Полипептид чылбыр синтезланганда информация и-РНКдан саналганга күрә, и-РНК нуклеотидларының триплетлары составы исемнәре бирелгән (җәя эчендә — ДНКның комплементар нигезләре).

Генетик код

Беренче нигез	Икенче нигез				Өченче нигез
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	Фен	Сер	Тир	Цис	У (А)
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц (Г)
	Лей	Сер	—	—	А (Т)
	Лей	Сер	—	Три	Г (Ц)
Ц (Г)	Лей	Про	Гис	Арг	У (А)
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц (Г)
	Лей	Про	Глн	Арг	А (Т)
	Лей	Про	Глн	Арг	Г (Ц)
А (Т)	Иле	Тре	Асн	Сер	У (А)
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц (Г)
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А (Т)
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г (Ц)
Г (Ц)	Вал	Ала	Асп	Гли	У (А)
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц (Г)
	Вал	Ала	Глу	Гли	А (Т)
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г (Ц)

Таблицадан файдалану ансат. Триплетта беренче нуклеотид — сулдагы вертикаль рәттән, икенчесе — өстәге горизонталь һәм өченчесе уңдагы вертикаль рәттән алына. Һәр өч нуклеотидтан киткән сызыклар кисешкән урында эзләнә торган аминокислота була. Әйтик, и-РНКда УГГ триплеты нинди аминокислота турында информация йөртүен белергә кирәк ди. Сулдагы вертикальдән — У ны, өстән — Г ны, уңдагы вертикальдән Г ны алабыз. Сызыклар «Три» да, ягъни триптофанда кисешә. ДНКда бу аминокислота АЦЦ триплеты белән шифрланган.

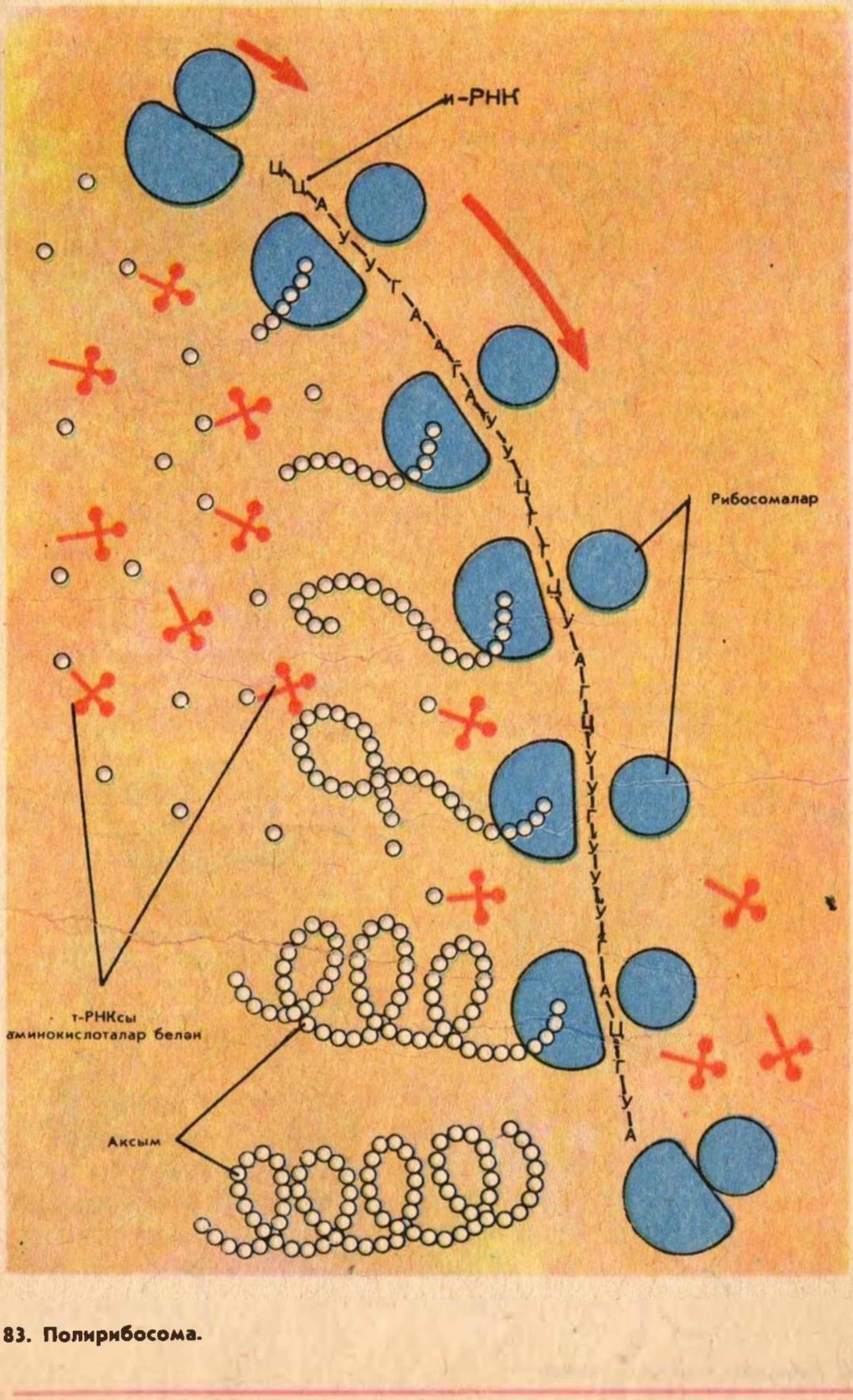
1. Аксым биосинтезы процессында ДНК нинди роль уйный? 2. ДНК коды нәрсә ул? 3. Транскрипция ничек башкарыла? 4. ДНК коды таблицасыннан файдаланып, ЦАТ, ТТТ, ГАТ триплетларын нинди аминокислоталар шифрлаганын билгеләгез. Вал, фен, три аминокислоталары нинди триплетлар белән шифрланган? 5. ГГГ кодлы триплеты булган т-РНК нинди аминокислотаны күчерә? 6. Составы Ц — А — Т — Г — Г — Ц — Т — А — Т булган ДНК фрагментында и-РНК фрагменты синтезланган. Аның составын күрсәтегез.

45. Рибосомада полипептид чылбыр синтезлану

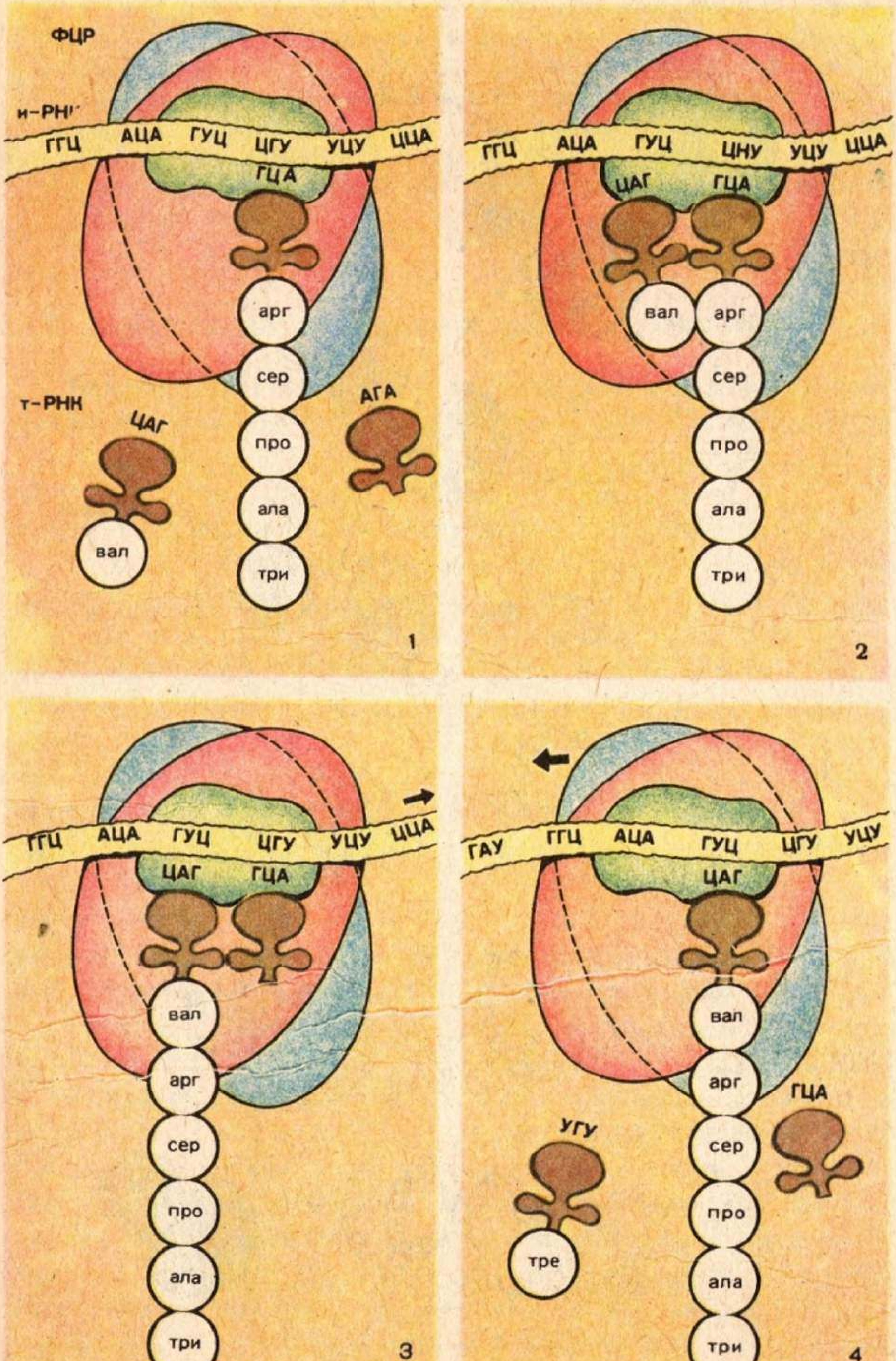
Матрицалы синтез реакциясе. Тере системаларда без реакцияләрнең яңа тибы белән очрашабыз, ул ДНКның икеләтә артуына (191 бит) яки РНК синтезы реакциясенә охшаган (192 бит). Терек булмаган табигатьтә мондый реакцияләр билгеле түгел. Аларны *матрицалы синтез реакцияләре* дип атыйлар.

Техникада «матрица» термины белән монеталар, медальләр, типография шрифтлары кою өчен кулланыла торган форманы атыйлар; сыек металл катканда кою өчен кулланылган форманың барлык детальләрен төгәл кабатлый. Матрицалы синтез матрицада коюны хәтерләтә: яңа молекулалар инде яши торган молекулалар структурасында төзелгән планга төгәл ярашып синтезланалар. Матрица принцибы нуклеин кислоталары һәм аксымнар синтезы нигезендә ята. Синтезлана торган полимерларда мономер звеноларның төгәл эзлеклелеге шушы реакцияләрдә тәэмин ителә. Монда мономерлар билгеле бер урынга — матрица хезмәтен үти торган молекулаларга тартылалар, реакция шул матрицада уза. Әгәр мондый реакцияләр молекулаларның очраклы бәрелешүе нәтиҗәсендә узса, алар бик акрын барыр иде. Матрица принцибы нигезендә катлаулы молекулалар синтезы гаять тиз һәм төгәл үтә.

Күзәнәктә матрица ролен нуклеин кислоталарының макромолекулалары — ДНК яки РНК башкара. Полимер синтезлана торган мономер молекулалар — нуклеотидлар яки аминокислоталар — комплементарлык принцибына ярашлы рәвештә, матрицада бик дөрес, алдан билгеләнгән тәртиптә урнашалар һәм ныгып калалар. Аннан мономер звенолар полимер чылбыр хасил итеп кушыла, һәм әзер полимер матрицадан ычкына. Шуннан соң матрица яңа, нәкъ элеккесе кебек, полимер молекула җыюга яңадан әзер була.



83. Полирибосома.



84. Рибосома эшенең механизмы.

Матрицалы типтагы реакцияләр — тере күзәнәкнең специфик үзенчәлеге. Алар барча тереклекнең фундаменталь үзлеге булган үз ишен барлыкка китерә алу сәләтенең нигезе булып тора.

Трансляция. Нуклеотидларның эзлеклелеге рәвешендә и-РНКда язылган аксым структурасы турындагы информация синтезлана торган аксым молекуласындагы аминокислоталар эзлеклелеге рәвешендә күчерелә. Бу процессны *трансляция* дип атыйлар (лат. «трансляцио» — күчереп кую, күчерү). Рибосомаларда трансляциянең ничек баруын аңлау өчен [illegible] рәсемне тикшерик. Рәсемдә рибосомалар и-РНК җебенә тезелгән йомырка сыман тәнчекләр итеп күрсәтелгән. Беренче рибосома җепсыман и-РНК молекуласының сул очына керә һәм аксым синтезын башлый. Аксым молекуласын җыя барып, рибосома и-РНК буйлап акрын гына шуыша (рәсемдә өстән аска). Рибосома алга таба шуышкач, шул ук очтан и-РНКга икенче рибосома керә һәм беренчесе кебек үк аксым синтезлап, беренче рибосома артыннан шуыша башлый. Аннан и-РНКга өченче, дүртенче һ.б. рибосомалар керә. Аларның барысы да бер үк эшне башкара: һәрберсе әлеге и-РНКда программалаштырылган бер үк аксымны синтезлый. Рибосома и-РНК буйлап никадәр күбрәк шуышса, аксым молекуласының шулкадәр күбрәк өлеше «җыелган» була. Рибосома и-РНКның икенче очына җиткәндә, синтез тәмамлана. Рибосома хасил булган аксым белән бергә и-РНКдан чыга. Аннан алар аерылалар: рибосома теләсә кайсы и-РНКга (чөнки ул теләсә нинди аксымны синтезларга сәләтле; аксым характеры и-РНК матрицасына бәйле), аксым молекуласы эндоплазматик челтәргә китә һәм аның буйлап күзәнәкнең шушындый аксым кирәк булган өлешенә күчә. Ә и-РНКның сул очыннан аңа яңадан-яңа рибосомалар кереп тора, һәм аксым синтезы өзлексез дәвам итә. и-РНК молекуласына берьюлы ничә рибосома урнаша алуы и-РНКның озынлыгына бәйле. Мәсәлән, гемоглобин аксымы синтезын программалаштыручы и-РНК молекуласында биш рибосома урнаша.

Рибосома эшенең механизмын 84 рәсем аңлата.

Рибосомада трансляция бара торган участокның зурлыгы 6 нуклеотид озынлыгына, ягъни ике триплетка туры килә. Димәк, рибосома и-РНК буйлап шуышканда, рибосоманың функциональ үзәгендә (РФҮ) һәрчак бер үк вакытта нуклеотидның 2 күрше триплеты була.

Рибосома и-РНК буйлап триплеттан триплетка салмак кына

түгел, ә өзек-өзек, «адымлап» күчә. Бер триплетны күчерүне тәмамлап, ул күрше триплетка «сикерә» һәм бер мизгелгә туктап кала. Күчерү операциясе 1/5 — 1/6 с тан артыкка сузылмый, һәм полипептид чылбыр бер звенога озыная. Шуннан соң күрше триплетка «адым» ясала, яңадан кыска гына вакытка тукталыш, һәм и-РНК буйлап ахыргача әнә шулай дәвам итә.

84 рәсемдә и-РНК буйлап күчә торган рибосома сурәтләнгән. Күренгәнчә, рибосома и-РНК буйлап күпмедер юл узган, ул инде берничә триплетны күчергән, һәм нәтиҗәдә зур булмаган полипептид синтезланган, ул рибосомадан сызылып төшә. 84, 1 рәсемдә рибосоманың ЦГУ триплетын күчерү тәмамланган моменты сурәтләнгән. РФҮдә хәзер и-РНКның ике триплеты: ЦГУ һәм ГУЦ бар. ЦГУ — күчерелүе тәмамланган триплет; ГУЦ — күчерелүе башланып килә торган триплет. ГУЦ әлегә ирекле, ә ЦГУ полипептид чылбыр сузылып төшкән т-РНК белән комплементар.

84, 2 рәсемдә ГУЦга валин (вал) аминокислотасын алып баручы кодлы триплет т-РНКның комплементарлык кагыйдәсе буенча кушылуы күрсәтелгән. Китереп җиткерелгән аминокислота (вал) һәм полипептид чылбырның өске аминокислота калдыгы (арг) янәшә булып чыгалар. Алар арасында пептид бәйләнеш барлыкка килә. Полипептид бәйләнеш бер звенога озыная.

84, 3 рәсемдә полипептид чылбыр уңдагы нуклеотидтан (ЦГУ) сулдагысына (ГУЦ) күчә һәм аңарда эленеп кала.

84, 4 рәсемдә рибосома алдагы триплетка «сикереп» күчә. ЦГУ триплеты үзенең т-РНКсы белән РФҮдән читтә кала, т-РНК ЦГУдан ычкына һәм рибосомадан этеп чыгарыла. Шуннан соң барлык стадияләр кабатлана, һәм полипептид чылбыр, звено артыннан звено кушылып, үсә. Күзәнәкнең бу гаҗәеп органоиды булган рибосома әнә шулай эшли, аны аксым синтезының «молекуляр автоматы» дип исемләү бик дөрес.

Күптән түгел генә, 50 нче еллар башында, аксым ясалма юл белән синтезланды. Бу полипептид чылбыр нибары 51 аминокислота калдыгыннан торган инсулин иде. Аның синтезы өчен 5000 чамасы операция уздыру таләп ителде. Бу эштә өч ел буена 10 кеше катнашты. Күргәнегезчә, лаборатория шартларында аксым синтезы зур көч, күп вакыт һәм средство таләп итә. Тере күзәнәктә 200—300 аминокислота звеноларыннан торган аксымның бер молекуласының синтезы бик тиз — 1 — 2 минутта тәмамлана.

Аксым биосинтезында ферментларның роле. Аксым синтезы ферментлардан башка бармый. Аксым синтезының барлык реакцияләрендә дә махсус ферментлар катализатор булып катнаша. ДНК, и-РНК синтезлары да ферментлар катнашында бара.

Аминокислоталарны эләктерә һәм аларны үзләренең т-РНКлары белән кушылуын тәэмин итә торган махсус ферментлар бар. Ниһаять, рибосомада аксым җыю процессында аминокислоталарны үзара тоташтыра торган фермент эшли.

Аксым биосинтезының энергетикасы. Синтезның теләсә кайсы процессы энергия сарыф итүгә мохтаҗ. Аксым биосинтезы синтез реакцияләре тезмәсеннән гыйбарәт: и-РНК синтезы; аминокислоталарның т-РНКлары белән кушылуы; аксымны «җыю». Бу реакцияләрнең барысы да энергия сарыф итүне таләп итә. Аксым синтезы өчен кирәкле энергия АТФ таркалганда аерылып чыга.

1. Күзәнәктәге синтез реакцияләренең ниндиләре нигезендә матрицалы принцип ята? 2. Аксым биосинтезының кайсы этабын трансляция дип атыйлар? 3. ДНК участогында эзлекле урнашкан нуклеотидлар А — А — Г — Т — Г — Т — Г — А — Ц — Т — Т — А бар. ДНКның шушы участогына туры килә торган аксым чылбырының аминокислоталы составын күрсәтегез. 4. Күзәнәктә аксым синтезы нинди структураларда уза? 5. Күзәнәктә аксымның бер молекуласы синтезлану өчен күпме вакыт таләп ителә?

46. Үсемлек күзәнәкләрендә пластик алмашу һәм энергия алмашы үзенчәлекләре

Фотосинтез. Үсемлек һәм хайван күзәнәкләрендә пластик алмашу һәм энергия алмашы охшаш. Үсемлек күзәнәкләрендә энергия алмашының шул ук этаплары — кислородсыз һәм кислородлы процесслар уза. Шулай да үсемлекнең хлорофиллы күзәнәкләрендә, моннан тыш, терек табигать өчен зур әһәмияте булган үзләренә генә хас процесслар бара. Үсемлек күзәнәкләре, Кояш нурлары энергиясен файдаланып,гади неорганик матдәләрдән органик матдәләр синтезларга сәләтле. *Кояш нурлары энергиясе исәбенә органик кушылмалар синтезлауны фотосинтез дип атыйлар.*

Фотосинтез процессы шушындый суммар тигезләмә белән күрсәтелә:

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

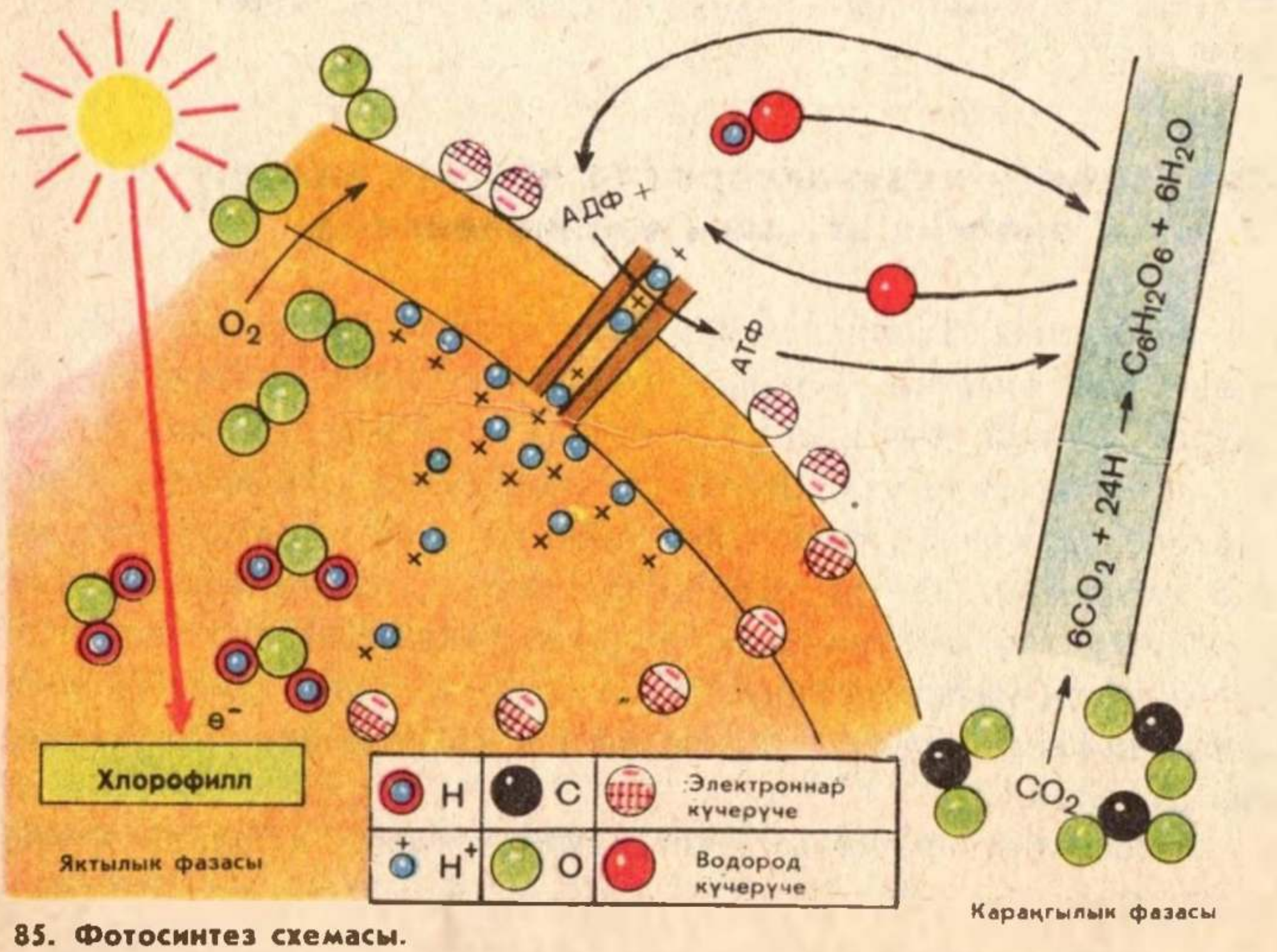
Бу процесс барышында энергиягә ярлы матдәләрдән — углерод (IV) оксиды һәм судан — энергиягә бай матдә глюкоза дигән углевод ($C_6H_{12}O_6$) барлыкка килә. Фотосинтез нәтиҗәсендә шулай ук молекуляр кислород хасил була.

Фотосинтезның яктылык фазасы. Фотосинтез — катлаулы, күпбаскычлы процесс. Анда төп рольне хлорофилл — Кояш нурлары энергиясен химик бәйләнешләр энергиясенә әверелдерүче органик матдә — уйный.

Фотосинтез процессы 35 күренә торган яктылыкның хлоропластны яктыртуыннан башлана.

Фотон, хлорофилл молекуласына эләккәч, аны ярсынган хәлгә китерә: аның электроннары югары орбиталарга, ягъни төштән тагын да ераграк орбиталарга күчә. Шуның нәтиҗәсендә электроннарның молекуладан ычкынып китүе ансатлаша. Ярсынган шундый электроннарның берсе күчерүче молекулага тартыла, молекула аны алып китә һәм мембрананың икенче ягына күчерә. Хлорофилл молекуласы киткән электроны урынына су молекуласыннан электрон ала.

Электроннарын югалту нәтиҗәсендә су молекулалары про-



85. Фотосинтез схемасы.

тоннарга һәм кислород атомнарына таркала. Кислород атомнарыннан молекуляр кислород хасил була, ул мембрана аша диффузияләшә һәм атомосферага бүленеп чыга. Протоннар исә мембрана аша диффузияләшүгә сәләтле түгел һәм, алар гранага тупланалар. Шулай итеп, мембрананың бер ягына — уңай корылмалы протоннар, икенче ягына тискәре корылмалы кисәкчекләр җыела.

Мембрананың ике ягына капма-каршы корылган кисәкчекләр күбрәк җыелган саен потенциаллар аермасы (протоннар потенциалы) үсә. Митохондрияләрнең мембраналарына кереп урнашкан кебек, граналарның мембраналарына да АТФ синтезлаучы фермент (АТФ-синтетаза) молекулалары кереп урнашкан. АТФ-синтетаза эчендә канал бар, аның аша протоннар үтә ала. Протоннар потенциалының зурлыгы критик дәрәҗәгә җиткәч, электр кыры көче протоннарны АТФ-синтетаза молекуласындагы канал аша этеп чыгара. Шул чакта аерылып чыккан энергия АТФ синтезына тотыла. Барлыкка килгән АТФ хлоропластның углевод синтезы барган урыннарына күчә.

Мембрананың икенче ягына чыккан протоннар анда күчерүче молекулалар китергән электроннар белән очрашалар. Водород атомнарына әверелеп, алар хлоропластның углеводлар синтезы барган урыннарына күчәләр.

Шулай итеп, Кояш нурлары энергиясе өч процессны: су таркалу нәтиҗәсендә молекуляр кислород барлыкка килүне, АТФ синтезын, атомар водород барлыкка килүне тудыра. Бу өч процесс яктыда бара һәм фотосинтезның *яктылык фазасын* төзүчеләр булып тора.

Фотосинтезның караңгылык фазасы. Фотосинтезның шуннан соңгы реакцияләре углеводлар хасил булу белән бәйле. Алар яктыда да, караңгыда да бара һәм *караңгылык фазасы* дип йөртелә. Фотосинтезның караңгылык фазасы бер-бер артлы уза торган реакцияләр тезмәсе ул. Шул реакцияләр нәтиҗәсендә углерод (IV) оксидыннан һәм судан углеводлар барлыкка килә.

Караңгыда бара торган реакцияләр өчен хлоропластка башлангыч матдәләр һәм энергия туктаусыз килеп тора. Углерод (IV) оксиды яфракка әйләнә-тирә атмосферадан керә, водород фотосинтезның яктылык фазасында су таркалу нәтиҗәсендә барлыкка килә. Фотосинтезның яктылык фазасында синтезланган АТФ энергия чыганагы булып хезмәт итә. Барлык бу матдәләр хлоропластка күчерелә, шунда углевод синтезы башкарыла.

Терек табигать өчен фотосинтезның әһәмияте. Фотосинтез вакытында углекислый газны — углерод (IV) оксидын — үзләштерү процессында яктылыкның һәм хлорофиллның ролен өйрәнүгә бөек рус галиме К. А. Тимирязев зур өлеш кертте. Фотосинтез буенча белемнәрне иң оста популярлаштыручы буларак, ул: «Безнең планетада тереклекнең барлык күренешләре соңгы инстанциядә шул процесска бәйле», — дип язды. Бу бик нигезле раслау, чөнки фотосинтез — органик кушылмаларның гына түгел, бәлки Җирдә ирекле кислородның да төп чыганагы.

Фотосинтезның гомуми продуктлылыгы гаять зур: Җирдәге үсемлекләр һәр ел саен $1{,}7 \cdot 10^8$ т углеродны бәйлиләр. Моннан тыш, үсемлекләр азот, фосфор, күкерт, кальций, магний, калий һәм башка элементларның миллиардлаган тонналарын синтезга катнаштыралар. Нәтиҗәдә һәр елны $4 \cdot 10^7$ т диярлек органик матдә синтезлана.

Масштаблары никадәр генә зур булса да, табигый фотосинтез — акрын бара торган һәм аз нәтиҗәле процесс: яшел яфрак үзенә төшкән Кояш нурланышының нибары 1% чамасын гына фотосинтез өчен файдалана. Фотосинтезның продуктлылыгы яфраклар мәйданының 1 $м^2$ ына бер сәгать эчендә якынча 1 г органик матдә хасил булудан гыйбарәт. Шулай итеп, җәй көне яфракларның 1 $м^2$ ы тәүлегенә якынча 15—16 г органик матдә җитештерә. Үсемлекләрне яктылык, су белән тәэмин итүне һәм башка шартларны яхшырту нәтиҗәсендә фотосинтезның нәтиҗәлелеген күтәрергә мөмкин.

Шуны искәртеп үтик, башка күзәнәкләр кебек үк, үсемлек күзәнәкләре дә даими рәвештә сулый, ягъни кислород йота һәм углерод (IV) оксиды бүлеп чыгара. Көндез, сулау белән бергә, үсемлек күзәнәкләре яктылык энергиясен химик энергиягә үзгәртә: алар органик матдәләр синтезлый. Шул вакытта реакциянең өстәмә продукты рәвешендә молекуляр кислород бүленеп чыга. Фотосинтез процессында үсемлек күзәнәкләре бүлеп чыгарган кислородның микъдары, шул ук вакытта барган сулау процессында йотылган кислородка караганда, 20—30 тапкыр артык була.

Хемосинтез. Органик матдәләрне неорганик матдәләрдән синтезлау сәләте шулай ук бактерияләрнең кайбер төрләренә дә хас. Аларда синтез реакцияләре өчен кирәкле энергияне туплау ысулы да, үсемлек күзәнәкләренә караганда, принципта бөтенләй башка. Алмашуның бу тибын рус галиме — микробиолог

С. Н. Виноградский ачкан. Бактерияләрнең ферментлар житештерә торган махсус аппаратлары бар, шуның ярдәмендә алар химик реакцияләрнең энергияләрен, аерым алганда, неорганик матдәләрнең оксидлашу реакцияләре энергиясен синтезлана торган органик кушылмаларның химик энергиясенә үзгәртәләр. Бу процессны *хемосинтез* дип атыйлар.

Хемосинтез башкаручы микроорганизмнардан атмосфера азотын үзләштерүче һәм нитрификацияләүче бактерияләр әһәмиятле. Бу бактерияләрнең бер төркеме аммиакның оксидлашуыннан нитрит кислотасы барлыкка килгәндә аерылып чыккан энергияне куллана; икенче төркеме нитрит кислотасы оксидлашуыннан нитрат кислотасы барлыкка килгәндә аерылып чыккан энергиядән файдалана. Тимер һәм күкерт бактерияләре өчен дә хемосинтез хас. Тимер бактерияләре ике валентлы тимер өч валентлыга оксидлашканда аерылып чыккан энергиядән файдалана; икенчеләре сероводородны сульфат кислотасына оксидлаштыра.

Күрсәтелгән микроорганизмнарның, бигрәк тә атмосфера азотын үзләштерүче бактерияләрнең (азотофиксаторларның) роле гаять зур. Алар уңышны күтәрүдә бик әһәмиятле роль уйный, чөнки үсемлекләр тарафыннан үзләштерелә алмый торган атмосфера азоты (N_2), бу бактерияләрнең тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә, үсемлекләр яхшы үзләштерә торган аммиакка (NH_3) әверелә.

1. Фотосинтез күзәнәкнең нинди органоидларында бара? 2. Фотосинтезның суммар тигезләмәсен языгыз, баштагы һәм иң соңгы продуктлары турында сөйләгез. 3. Кояш нурлары энергиясе хлоропластта ничек үзгәрә? 4. Фотосинтезның яктылык фазасында нинди процесслар бара? 5. Фотосинтезның караңгылык фазасында нинди үзгәрешләр бара? 6. Җирдәге тереклек өчен яшел үсемлекләрнең әһәмияте турында сөйләгез.

VII бүлек

Организмнарның үрчүе һәм индивидуаль үсеше

47. Күзәнәкнең бүленүе. Митоз

Үрчү тереклекнең асылын тәшкил итүче иң әһәмиятле билгеләрнең берсе. Бактерияләрдән алып имезүчеләргә кадәр булган барлык тере организмнар үрчүгә сәләтле. Хайван һәм үсемлекләрнең һәр төренең яшәеше, ата-ана затлары белән аларның нәсел-буыны арасындагы буыннан буынга күчә баручанлык бары тик үрчү аркасында гына сакланып килә.

Молекуляр дәрәҗәдә бара торган һәм шартлы рәвештә үрчү дип атарга мөмкин булган процесс ДНКның уникаль сәләтендә — молекулаларының үзеннән-үзе икеләтә арта алучанлыгында чагыла (192 бит). Күзәнәк дәрәҗәсендә бүленү юлы белән үрчүгә митохондрия һәм хлоропласт кебек органоидлар сәләтле. Бер күзәнәкле һәм күпкүзәнәкле организмнарның күзәнәкләре бүленеп үрчи. Организмнарның үрчү формалары бик күптөрле һәм катлаулы, әмма җенессез һәм җенси үрчүнең барлык ысуллары нигезендә күзәнәкнең бүленүе ята.

Митоз. Эукариотик күзәнәкләр бүленүенең төп ысулы — *митоз* (грекча «митос» — җеп, [redacted]).

Күзәнәкләрнең бүленүгә әзерләнүләре интерфаза периодында башлана. Әзерләнү процессларының иң әһәмиятлеләреннән берсе — ДНК синтезы, ягъни аның молекуласының интерфаза периодының уртасында уза торган икеләтә артуы. Шулай итеп, митозга ДНКсы синтездан соң икеләтә арткан (192 бит) күзәнәкләр генә керешә.

Митозда дүрт фаза булып уза: профаза, метафаза, анафаза, телофаза. *Профаза* вакытында күзәнәк төшендә нечкә җепләр күренә. Бу җепләр — хромосомалар. Профазада алар спираль булып бөтереләләр һәм шунлыктан кыскара һәм калыная башлыйлар.

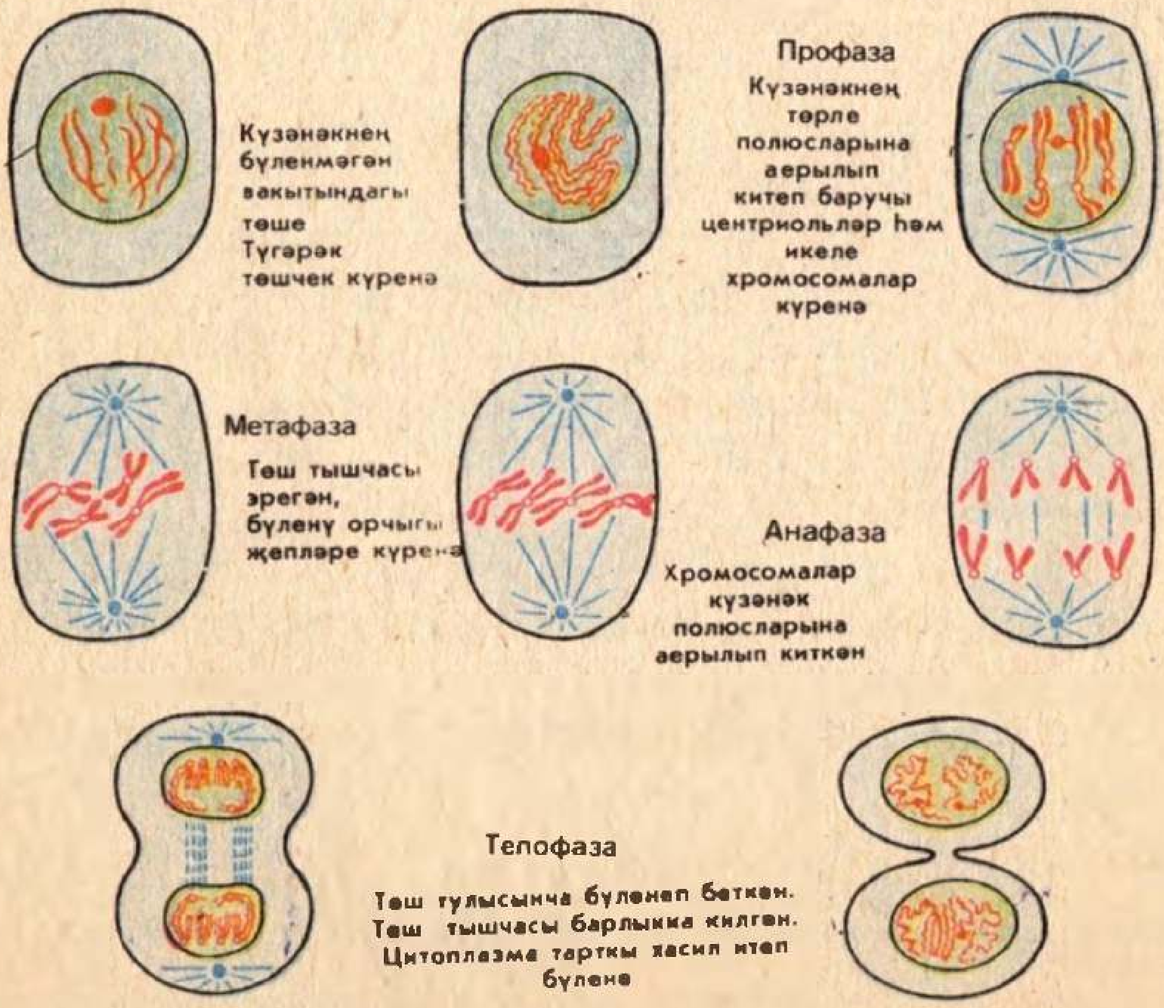
Хайван күзәнәгендәге митозның микроскоп ярдәмендә төшереп алынган фоторәсеме.
Профаза (аста) — хромосомалар цитоплазмада ирекле урнашкан; метафаза (сулда) — хромосомалар бер яссылыкта тәртип белән урнашкан; анафаза (өстә) хромосомалар күзәнәкнең полюсларына аерылып китә.

Профазаның азагына таба барлык хромосомалар яктылык микроскобында яхшы күренәләр, аларның зурлыкларын, формасын, төзелешен, санын билгеләргә мөмкин. Һәр хромосома — озынча тыгыз тәнчек булып, ул бер-берсеннән тарткылар белән аерылган берничә өлештән тора [87]. Анда беренчел тарткы, яки центромера (грекча «мерос» — өлеш) беленә. Хромосомада икенчел тарткы да булырга мөмкин.

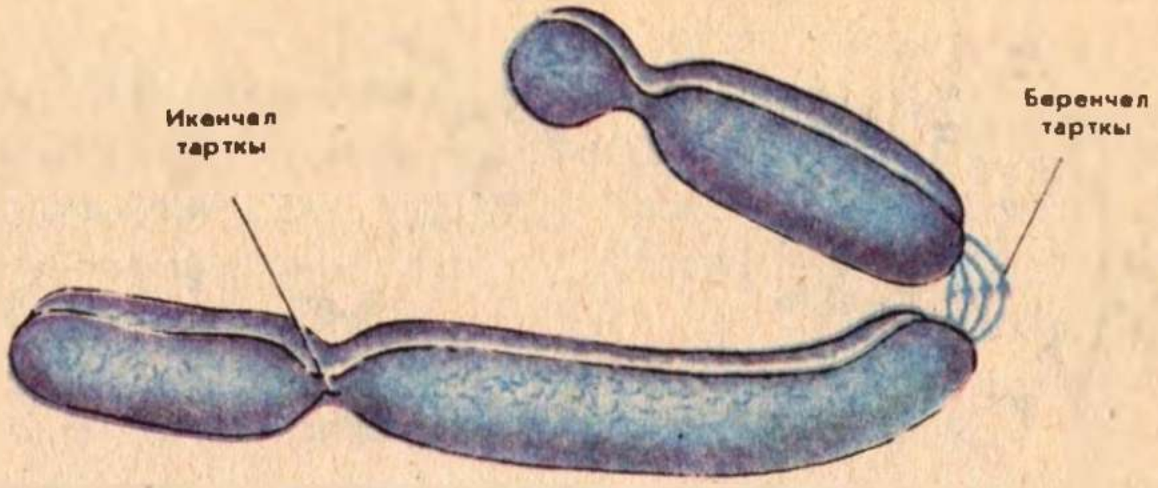
Һәр хромосома ДНКның спираль булып бөтерелгән ике җебеннән (молекулаларыннан) төзелгән, аларны *хроматидалар* яки бала хромосомалар дип атыйлар.

Профаза вакытында күзәнәктәге һәр ике центриоль капма-каршы полюсларга аерылып китә [86] һәм арасында *бүлену орчыгы* барлыкка килә. Профаза тәмамланганда төш тышчасы эри һәм хромосомалар цитоплазмада ирекле урнашалар, төшчекләр юкка чыга.

Профазадан соң *метафаза* башлана. Метафаза вакытында бүлену орчыгы ясалып бетә һәм хромосомалар орчыкның экваториаль яссылыгына урнаша. Хромосомалар метафаза пластинка-



86. Хайван күзәнәгендә митоз.



87. Хромосоманың төзелеше.

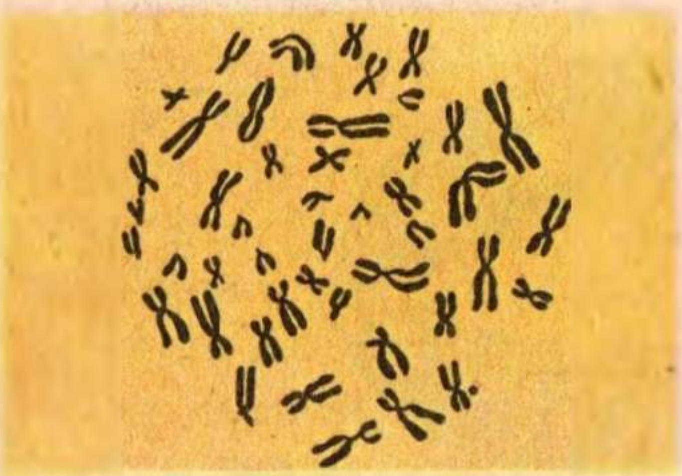
сын хасил итәләр һәм һәр хромосома үзенең үзәк өлеше (центромера) белән орчык җепләренең берсенә берегә. Һәр хромосоманың хроматидалары бер-береннән аерымлана [86].

Барлык хромосомалар да орчык җепләренә берегеп беткәннән соң, һәр хромосоманың хроматидалары күзәнәк полюсларына таба китә башлыйлар: бер полюска — бер хроматида, капма-каршы полюска икенче хроматида китә. Хроматидаларның күзәнәк полюсларына китә башлаулары митозның чираттагы фазасы — *анафаза* — башлануны белдерә. Анафаза вакытында хроматидалар (бала хромосомалар) күзәнәкнең полюсларына аерылып китәләр. Хромосомаларның хәрәкәт итүе орчыкның хромосомалар береккән җепләре ярдәмендә башкарыла. Орчык җепләре кыскаралар һәм бала хромосомаларны күзәнәкнең капма-каршы полюсларына таба тарталар (86 рәсем). Хромосомалар хәрәкәт иткәндә АТФ энергиясе файдаланыла.

Митозның соңгы фазасы — *телофаза.* Телофаза вакытында күзәнәк полюсларына якынлашкан хромосомалар сүтелә башлыйлар, һәм алар яңадан бер-берсе белән үрелеп, бүленми торган төшкә хас булганча, озын җепләргә әвереләләр [86]. Бала төшләрдә яңадан төш тышчасы хасил була, төшчек формалаша һәм төшнең төзелеше тулысынча интерфаза өчен хас хәлгә кайта. Телофаза дәвамында цитоплазма да бүленә, шуның нәтиҗәсендә ике бала күзәнәк бер-берсеннән аерылып китә. Бу күзәнәкләр төзелеше буенча ана күзәнәк белән тулысынча охшашлар [86].

Митозның дәвамлылыгы. Күзәнәкнең тереклек циклында митоз, интерфазага караганда, шактый аз вакыт ала.

Күзәнәкләрнең күпчелегендә митозның бөтен процессы, профазадан башлап телофаза тәмамланганга кадәр, 1—2 сәгать, ә интерфаза күп тапкырлар озаграк дәвам итә.



88. **Кешедә хромосомаларның диплоид җыелмасы.**

89. **Күзәнәкләрдә хромосомаларның диплоид җыелмасы.**

Митозның биологик әһәмияте. Митоз нәтиҗәсендә һәр бала күзәнәк ана күзәнәкнеке кебек үк хромосомалар ала. Һәр ике бала күзәнәктә хромосомалар ана күзәнәк хромосомалары санынча була. Димәк, митозның биологик әһәмияте ике бала күзәнәк төшләренә хромосомаларны бик тигез итеп бүлүдән гыйбарәт икән. Бу исә митоз һәр бала төшкә нәселдәнлек информациясен төгәл күчерүне тәэмин итә дигән сүз.

Әгәр митозның нормаль барышы бозылса һәм бала күзәнәктә хромосомалар саны, ана күзәнәктәгегә караганда, ким яки артык булып чыкса, бу хәл күзәнәкне я һәлакәткә илтә, я тереклек эшчәнлегендә җитди үзгәрешләргә — мутацияләргә китерә.

Хромосомаларның саны. Күзәнәктәге хромосомалар саны төрнең генетик критерие нигезен төзи, хромосомалар саны исә тере организмнарның һәр төре өчен даими.

Үсемлек һәм хайваннарның кайбер төрләрендә хромосомалар саны турындагы мәгълүматлар таблицада күрсәтелгән:

Төр	Диплоид санлы хромосомалар	Төр	Диплоид санлы хромосамалар
Арпа	14	Йорт тавыгы	78
Солы	42	Кролик	44
Томат	24	Кәҗә	60
Сарыбаш (скерда)	6	Сарык	54
Җимеш чебене — дрозофила	8	Шимпанзе	48
Бүлмә чебене	12	Кеше	46

Бер күзәнәк төшендәге хромосомалар һәрвакыт парлы, ягъни бер пар тәшкил итүче ике бертөрле — гомологик — хромосомалар була. Мәсәлән, кешенең 46 хромосомасы 23 пар хасил итә,

һәр парда ике бертөрле хромосома [88]. Төрле парларның хромосомалары бер-берсеннән зурлыклары, формалары, беренчел һәм икенчел тарткыларының урнашу урыннары белән аерылалар.

Бер күзәнәк төшендә тупланган хромосомаларны *хромосомалар җыелмасы* дип атыйлар. Хромосомалар җыелмасы организмнарның һәр төре өчен хас. Аларның кайберләренә мисаллар [89] рәсемдә китерелгән.

Күпкүзәнәкле теләсә нинди организмда ике категория күзәнәкләр була: тәннең барлык тукымаларын һәм органнарын тәшкил итүче соматик (җенси булмаган) күзәнәкләр һәм җенес күзәнәкләре Соматик күзәнәкләрнең төшләрендә хромосомаларның *диплоидлы* (икеле) җыелмасы була. Җенес күзәнәкләренең төшләрендә хромосомаларның *гаплоидлы,* ягъни сыңарлы җыелмасы була. Мәсәлән, арышның диплоидлы җыелмасы 14 хромосомадан торса, гаплоидлы җыелмасында 7 хромосома була. Кешенең диплоидлы җыелмасында 46 хромосома бар икән, аның гаплоидлы җыелмасы 23 хромосомага тигез була. Гаплоидлы җыелмада һәр пардан бары бер генә хромосома кала.

Диплоидлы җыелманың да, гаплоидлы җыелманың да хромосомалар саны организмнарның һәр төре өчен даими.

1 Митозның фазаларын әйтегез. 2. Митоз вакытында хромосомалар нинди үзгәрешләргә дучар була? 3 Митозның биологик асылы нинди? Хромосомаларның диплоид җыелмасы нинди күзәнәкләрдә була? 5. Хромосомаларның гаплоид җыелмасы нинди күзәнәкләрдә була?

48. Организмнарның үрчү формалары

Организмнар үрчүенең төп ике формасы билгеле: җенессез һәм җенси үрчү.

Җенессез үрчү. Җенессез үрчүдә ата-ана затының берсе генә катнаша, ул бүленә, бөреләнә яки споралар хасил итә. Нәтиҗәдә ике яки аннан да күбрәк бала затлар формалаша, алар, нәселдәнлек билгеләре белән, үзләренә башлангыч биргән затка охшаш булалар.

Җенессез үрчү бактерияләрдә һәм яшькелт-зәңгәр суүсемнәрдә киң таралган. Аларда мейоз юк. Бу прокариотик организмнарның җенессез үрчүе тагын да гадирәк формада уза: организм урталай бүленә һәм ике мөстәкыйль бала зат барлыкка килә. Ике һәм аннан да күбрәк өлешләргә бүленү юлы белән иң гади төзелешлеләр (амеба, эвглена, инфузория, споровиклар), бер күзә-

нәкле яшел суүсемнәр үрчи; аларның күзәнәкләре митоз белән бүленә.

Чүпрә организмнары, гидралар, гидроид һәм мәрҗән полиплар һәм күп кенә башка умырткасызлар бөреләнү юлы белән үрчиләр. Бөреләнү юлы белән үрчегәндә ана тәненнән кечкенә бер участок үсеп чыга, ягъни бөре булып аерыла, ул тагын да үсә төшә һәм яңа затка әверелә. Яссы суалчаннарның күпләгән төрләре, диңгез йолдызлары берничә өлешкә бүленеп үрчи алалар, аның һәр өлешендә җитмәгән органнар яңабаштан үсә һәм ана затка тиңдәш бербөтен организмга әверелә.

Үсемлекләрнең күпчелеге споралар — тыгыз тышча белән капланган һәм тышкы тирәлекнең уңайсыз шартлары тәэсиренә бирешми торган гаплоид күзәнәкләр — ярдәмендә үрчи. Споралар күбрәк җир өсте үсемлекләрендә ясала. Суүсемнәр һәм суда тереклек итүче кайбер гөмбәләр зооспоралардан үрчи, зооспораларның камчылары була һәм шулар ярдәмендә алар сулы тирәлектә актив хәрәкәтләнәләр. Җир өсте үсемлекләренең споралары хәрәкәтсез һәм андыйларны җил, су, хайваннар гына күчерә.

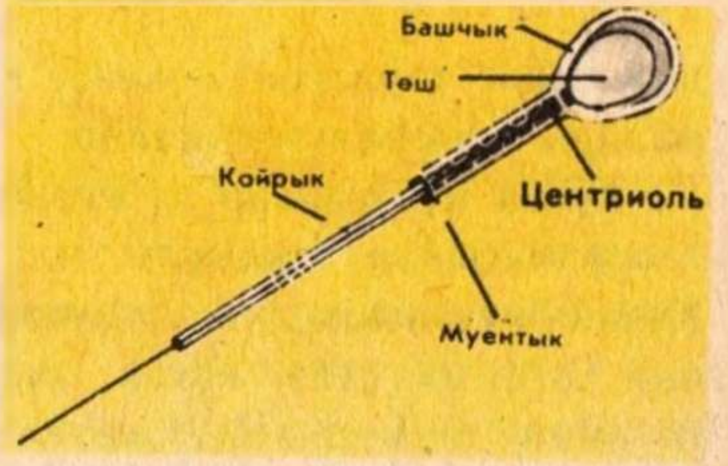
Үсемлекләр арасында вегетатив үрчү киң таралган: аларның формалары бик күп төрле. Агач һәм куакларның гадәттә үрентеләрдән (виноград, чикләвек, карлыган, слива һ.б.), мыекчалардан (каен җиләге, шуышма казаяк), тамыр үргеннәреннән (яфраклы һәм ылыслы агачлар, күп кенә үләннәр), шулай ук агачларның тамырларыннан һәм төп яныннан чыккан үсентеләрдән үрчи. Суганчалардан (суган, тюльпан һ.б.), бүлбе (бәрәңге), тамырчалардан (күпьеллык кыргый үләннәр, сусын, бөтнек һ.б.) үсеп чыгу да вегетатив үрчүгә керә. Агачлар һәм куаклар чыбыкчалардан үрчи алалар.

Үсемлекләрнең вегетатив үрчүенең практик әһәмияте гаять зур һәм ул җиләк-җимеш агачлары һәм куакларының барлык төрләрен үрчеткәндә бакчачылыкта, яшелчәчелек, чәчәкчелек, кырчылык, урманчылыкта киң кулланыла.

Җенси үрчү. Үсемлек һәм хайваннарның җенси үрчүендә ике зат: ана һәм ата затлар катнаша, аларның һәрберсенең җенес органнарында җенес күзәнәкләре — *гаметалар* барлыкка килә. Ана зат организмында — *күкәй күзәнәкләр* [90], ата затта *сперматозоидлар* [91] хасил була. Ана һәм ата гаметалар кушылалар, һәм зигота, яки яңа организм үсешенә башлангыч бирүче аталанган күкәй күзәнәк барлыкка килә.

Җенси үрчү гаять зур биологик әһәмияткә ия. Җенессез үр-

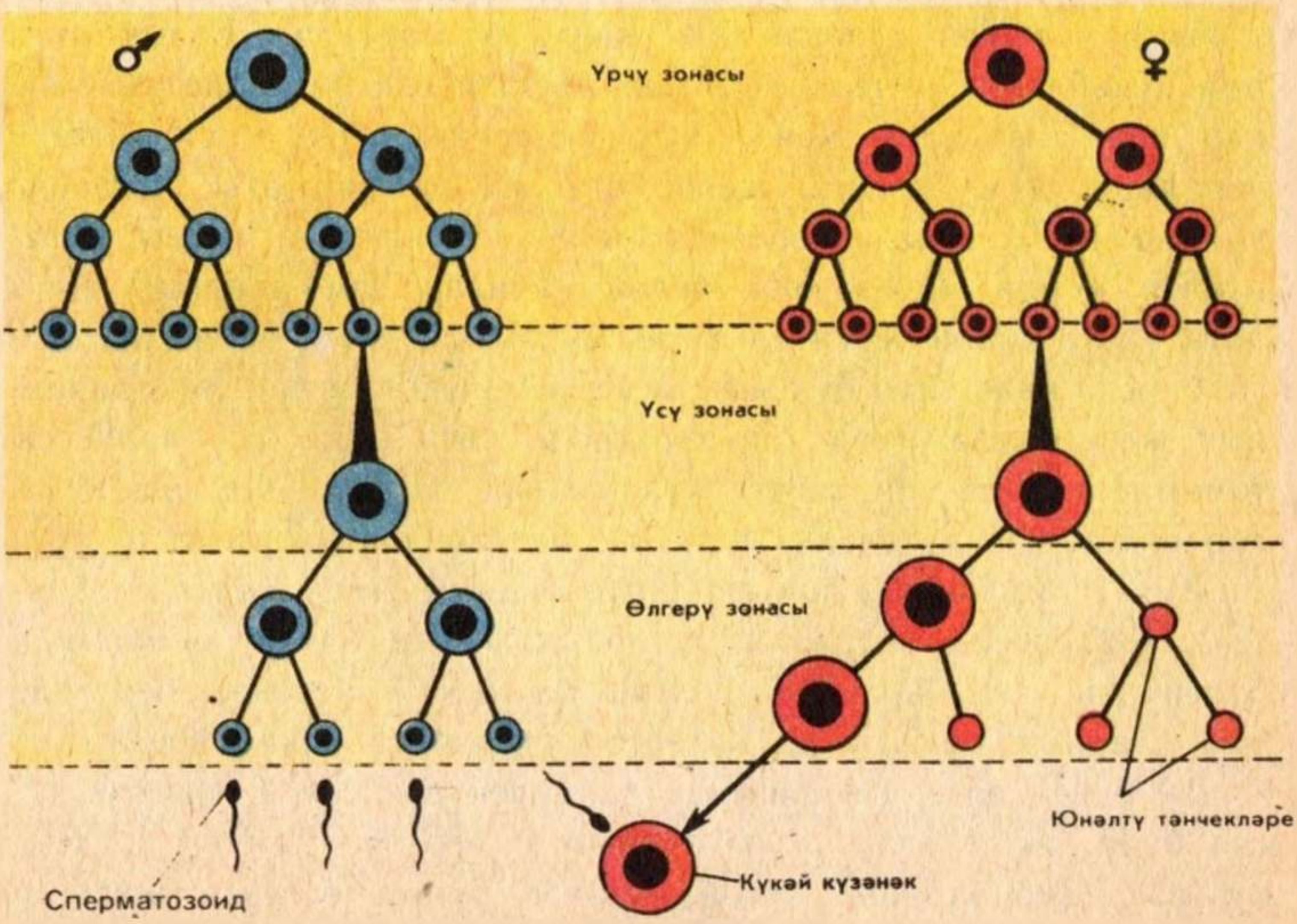
90. Тавык йомыркасының төзелеше.



91. Имезүчеләр сперматозоидының төзелеше.

чү алдында аның өстенлеге шуннан гыйбарәт — ул ана һәм атадан күчә торган нәселдәнлек билгеләренең аралашып кушылу мөмкинлеген тудыра. Шуңа күрә яшь буын ана һәм атаның кайсысына караганда да яшәүгә сәләтлерәк булырга мөмкин. Организм эволюциясендә җенси үрчүнең роле бик зур (19 нчы битне карагыз).

Хайваннарның җенси үрчүе. Хайваннарның бик күбесе бары тик җенси юл белән генә үрчи. Умырткасыз һәм умырткалылар-



92. Сперматозоид һәм күкәй күзәнәк үсешенең схемасы.

ның төрле төрләрендә җенес күзәнәкләре зурлыклары һәм формалары ягыннан аерылалар.

Күкәй күзәнәкләр күбесенчә түгәрәк формада, аларның цитоплазмасында туклыклы матдә запасы — күкәй сарысы була. Күкәй күзәнәкләр хәрәкәтчән түгел. Умырткалы хайваннарның күпчелегендә күкәй күзәнәкләр вак. Мәсәлән, кроликта аның диаметры 0,2 мм га тигез. Балыкларда, амфибияләр, рептилияләр һәм кошларда күкәй күзәнәкләр эре һәм сарыга бай. Кошларның күкәй күзәнәкләре шактый зур. Зоология курсыннан кош йомыркасының төзелешен искә төшерегез. Рәсемнән күренгәнчә 90 , кош йомыркасының төзелеше шактый катлаулы.

Ата җенес күзәнәкләре — сперматозоидлар — күкәй күзәнәкләрдән кечкенә һәм хәрәкәтчән булулары белән аерылалар. Имезүчеләр сперматозоидының төзелешен тикшерегез 91. Ул озын җеп формасында, аның баш, муентык, койрык өлеше була. Башында ДНКлы төш, муентыкта центриоль урнашкан. Сперматозоид койрыгы ярдәмендә хәрәкәтләнә.

Җенес күзәнәкләренең үсеше. Хайваннарның сперматозоидлары һәм күкәй күзәнәкләре җенес бизләрендә — орлыклыкта һәм күкәйлектә үсеш ала. Җенес бизләрендә өч төрле участок, яки зона аералар: җенес күзәнәкләренең үрчү, үсү, өлгерү зоналары. Үрчү зонасы җенес бизенең иң баштагы өлешендә урнашкан. Бу зона — беренчел җенес күзәнәкләре урыны, күзәнәкләр монда митоз юлы белән үрчиләр һәм аларның саны арта 92 . Аннан беренчел җенес күзәнәкләре үсү зонасына эләгә, биредә инде алар бүленми, ә үсә башлый һәм һәр төр хайванның җенес күзәнәгенә хас зурлыкка җитә 92. Үсү процессы тәмамланганнан соң, җенес күзәнәкләре өлгерү зонасына күчәләр һәм күкәй күзәнәккә һәм сперматозоидка әвереләләр 92.

Күкәй күзәнәкнең һәм сперматозоидның үсеше бертөрле бармый. 92 рәсемдә күренгәнчә, орлыклыкның өлгерү зонасында бүленүдән соң барлыкка килгән барлык 4 күзәнәк бертөрле һәм аларның барысы да өлгергән сперматозоидка әвереләләр. Күкәйлекнең өлгерү зонасында да бүленүдән соң 4 күзәнәк хасил була, әмма алар төрле зурлыкта: бер зур һәм өч кечкенә күзәнәк. Зур күзәнәк күкәй күзәнәк булып өлгереп җитә, ә юнәлткеч тәнчекләр дип аталган өч кечкенә күзәнәк һәлак була.

! 1. Җенессез үрчүнең җенси үрчүдән аермасы нәрсәдә? 2. Үсемлекләрнең вегетатив үрчүе ничек башкарыла? 3. Күкәй күзәнәк һәм сперматозоид төзелешендә нинди үзенчәлекләр бар?

49. Мейоз

Мейоз. Күзәнәкләрнең җенес күзәнәкләре хасил итеп специфик бүленүе *мейоз* дип атала.

Күзәнәкләрдә хромосомалар санының төргә хас даимилеге митоз ярдәмендә саклана, аңа кадәр ДНК синтезлана һәм һәр хромосомада ике хроматида барлыкка килә. Җенси юл белән үрчегәндә хромосомалар санының даимилеге ничек саклана икән соң, соматик күзәнәкләрдә хромосомалар диплоид санда, ә өлгергән җенес күзәнәкләрендә бары тик яртылаш, ягъни гаплоид санда, димәк, ДНК микъдары да яртылаш кына була ич.

Хромосомалар саны икеләтә киму җенес күзәнәкләре өлгерү процессында бара. Өлгерү зонасында бара торган һәр ике бүленү дә мейозның ике бүленүеннән гыйбарәт.

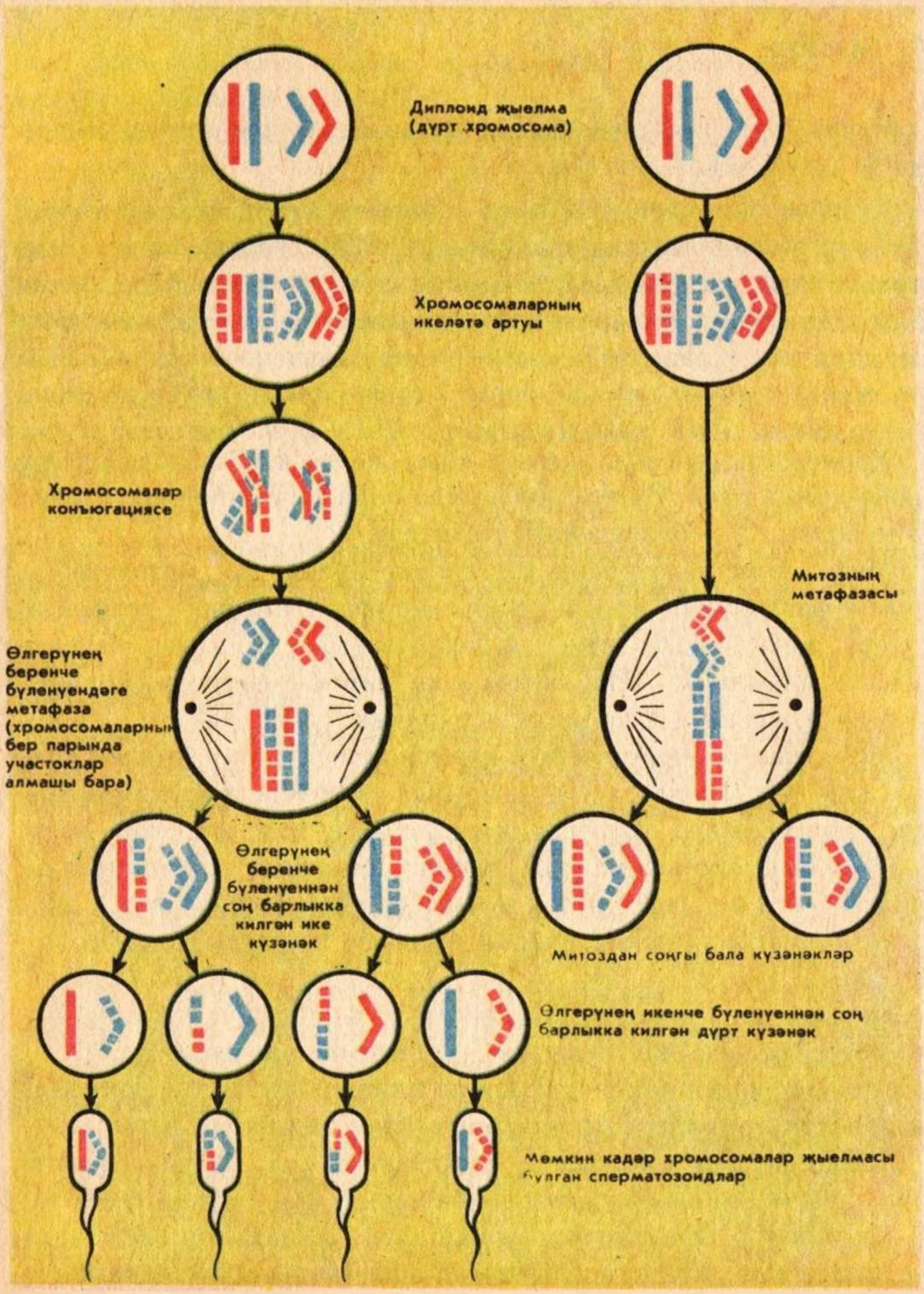
Мейоз юлы белән бара торган ике бүленү дә, митоз кебек, шул ук фазалардан тора: профаза, метафаза, анафаза, телофаза. Өлгерү зонасындагы җенес күзәнәкләрендә, мейозның беренче бүленүе алдыннан, ДНК синтезлана, димәк, хромосомалар икеләтә арта, ягъни ике хроматида барлыкка килә [93].

Мейозның беренче бүленүе *профазасында* хромосомалар спиральләшәләр. Профазаның ахырында, спиральләшү тәмамлангач, хромосомалар үзләренә хас формага һәм зурлыкка керә. Һәр парның хромосомалары, ягъни гомологик хромосомалар, буйдан-буйга бер-берсе белән кушылалар һәм бөтереләләр. Гомологик хромосомаларның мондый кушылу процессы *конъюгация* дип атала [illegible].

Конъюгация вакытында кайбер гомологик хромосомалар бер-берсе белән участокларын — геннарын — алмашалар, бу — нәселдәнлек информациясе белән дә алмашу дигән сүз. Конъюгациядән соң гомологик хромосомалар бер-берсеннән аерылалар.

Хромосомалар тулысынча аерылганнан соң, бүленү орчыгы ясала һәм мейозның *метафазасы* башлана [93], шунда хромосомалар экватор яссылыгына урнашалар. Аннан соң мейозның *анафазасы* башлана һәм күзәнәкнең полюсларына, митоздагы кебек, бер хроматидалы һәр хромосоманың яртысы түгел, бәлки һәрберсе ике хроматидадан торган бөтен хромосомалар китә. Димәк, бала күзәнәккә гомологик хромосомаларның һәр парыннан бары тик сыңары гына эләгә [93].

Мейозның беренче бүленүе артыннан икенче бүленүе башлана, ләкин бу бүленү алдыннан инде ДНК синтезы бармый [93].



93. Мейоз процессында (җенес күзәнәкләре өлгергәндә) хромосомаларның үз-үзләрен тотышлары.

Чагыштыру өчен янәшәдә митоз вакытында хромосомаларның үзләрен ничек тотулары күрсәтелгән (уңда). Гомологик хромосомалар бер үк зурлыкта һәм формада. Ата һәм ананың хромосомалары төрле төс белән бирелгән. Парлашканнан соң хромосомаларның берсе — тоташ сызык, икенчесе өзек сызык белән билгеләнгән.

Мейозның беренче бүленүендә үк бала күзәнәкләрнең полюсларына икешәр хроматидасы булган бөтен хромосомалар аерылып китә. Кыска гына профазадан соң бу ике хроматидалы хромосомалар икенче бүленүнең метафазасында экватор яссылыгында урнашалар һәм орчык җепләренә берегәләр. Анафазада күзәнәкнең каршы як полюсларына хроматидалар китә һәм һәр бала күзәнәккә бер бала хромосома эләгә 93. Шулай итеп, сперматозоидларда һәм күкәй күзәнәкләрдә хромосомалар саны икеләтә кими, 93 рәсемдә ул яхшы күрсәтелгән, анда хромосомаларның 4 кә тигез булган диплоид җыелмасы ясалган, ә өлгерүнең икенче бүленүеннән соң хасил булган сперматозоидларда бары тик икешәр генә хромосома һәм бу ике хромосома гаплоид җыелма төзи 93.

Хайваннарда, шулай ук үсемлекләрдә мейозның биологик асылы хромосомаларның санын икеләтә кимүеннән һәм гаплоид гаметалар барлыкка килүдән гыйбарәт. Чагыштыру өчен 93 рәсемдә митозның схемасы бирелгән, анда күзәнәк бүленгәндә хромосомаларның саны үзгәрмәве һәм ике бала күзәнәкнең дә ана күзәнәктәге кадәр үк санда хромосомалар алуы ачык күренә.

1. Мейоз ничек уза? 2. Мейоз митоздан кайсы ягы белән аерыла? 3. Хромосомаларның конъюгациясе нәрсә ул һәм аның әһәмияте нинди? 4. Мейозның биологик асылы нидән гыйбарәт? !

50. Аталану

Аталану процессы ана һәм ата гаметаларның — хромосомалары гаплоид җыелмалы күзәнәкләрнең — кушылуыннан гыйбарәт 94. Аталанган күкәй күзәнәк *зигота* дип йөртелә 94. Зигота ике гаплоид гаметалар кушылуыннан барлыкка килгәнлектән диплоид җыелмалы була.

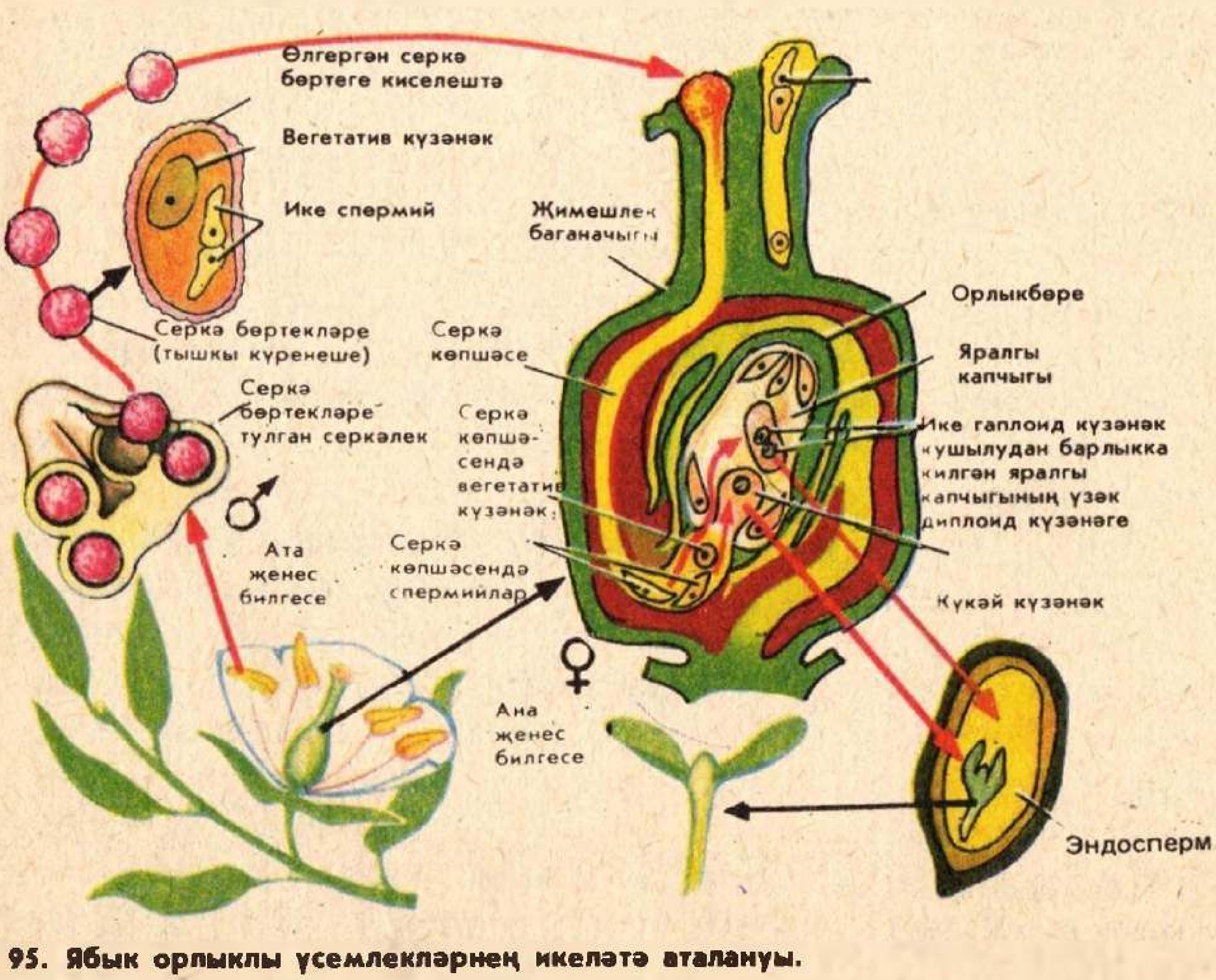
Зигота төшендә барлык хромосомалар яңадан парлыга әйләнә; гомологик хромосомаларның һәр парында бер хромосома ата күзәнәкнеке, икенчесе ана күзәнәкнеке була. Димәк, хромосомаларның һәр төр организмның соматик күзәнәкләре өчен характерлы булган диплоид җыелмасы аталану вакытында элекке хәленә кайта.

Аталанганнан соң күп тә үтми, ДНК синтезлана, хромосомалар икеләтә арта һәм зигота төше митоз юлы белән беренче тапкыр бүленә, бу исә яралгы — яңа организм — үсешенең башлануы була.

94. Хайваннарда күкәй күзәнәк аталануының һәм бүленә башлауның әзлекле стадияләре.

Үсемлекләрдә ана һәм ата гаметаларның үсеше һәм аталану, хайваннардагы кебек үк,— ана һәм ата җенес органнарында була.

Ябык орлыклы (чәчәкле) үсемлекләрдә аталану процессын һәм орлык үсешен тикшереп китик. (Ботаника курсыннан чәчәкнең төзелешен һәм функцияләрен исегезгә төшерегез.) Чәчәктә



95. Ябык орлыклы үсемлекләрнең икеләтә аталануы.

споралар ясала (җенессез үрчү), гаметалар барлыкка килә (җенси процесс); аталану була, нәтиҗәдә орлык һәм җимеш формалаша.

Ябык орлыклы үсемлекләрнең ата гаметалары аз хәрәкәтләнүчән, алар спермийлар дип атала 95. Күкәй күзәнәк хәрәкәтсез, һәм ул орлыкбөредә урнашкан яралгы капчыгында хасил була 95. Яралгы капчыгының, гаплоидлы күкәй күзәнәктән тыш, аталануда катнаша торган һәм яралгы капчыгының үзәгендә яткан бер диплоидлы күзәнәге һәм гаплоидлы берничә башка күзәнәкләре була.

Спермийлар серкәчләрдәге серкә бөртекләрендә үсә. Серкә көпшәсе ярдәмендә спермийлар яралгы капчыгына күчә, шунда аталану процессы бара. Серкә көпшәсендә ике спермий була. Серкә көпшәсе яралгы капчыгына кергәндә, спермийның берсе күкәй күзәнәк белән кушыла, диплоидлы зигота барлыкка килә, аннан яралгы үсә. Икенче спермий диплоидлы үзәк күзәнәк белән кушыла, нәтиҗәдә триплоид төшле, ягъни хромосомаларның өч җыелмасыннан торган яңа күзәнәк хасил була 95. Барлык ябык орлыклылар өчен универсаль булган бу җенси процесс *икеләтә аталану* дип атала. Аны 1898 елда С. Г. Навашин ачкан.

Ябык орлыклы үсемлекләрнең икеләтә аталануының биологик әһәмияте шуннан гыйбарәт: эндоспермның үсеше бары тик күкәй күзәнәк аталанганнан соң гына башлана. Ябык орлыклыларның триплоидлы эндоспермы үсеп килә торган яралгы өчен запас азык материалы ул. Моннан тыш аңарда ана һәм ата организмнарның нәселдәнлек билгеләре дә була.

Партеногенез — организмның аталанмаган күкәй күзәнәктән үсеше. Партеногенез табигатьтә үсемлек һәм хайваннарның күп төрләрендә очрый. Мәсәлән, үсемлекләр арасында ул тузганакта, тырнак утында билгеле. Хайваннар арасында партеногенез әйләнчек суалчаннарда, тозлырак су кыслачыклары артемияләрдә, төче суда яши торган тармак мыеклы кыслачыклар дафнияләрдә, үлән бетләрендә, умарта кортларында киң таралган. Умарта кортлары күчендә соры кортлар (ата кортлар) партеногенез юлы белән үсә.

! Чәчәкле үсемлекләрдә була торган икеләтә аталануның асылы нидән гыйбарәт?

51. Организмның индивидуаль үсеше — онтогенез

Күкәй күзәнәк аталанганнан соң хайван яки үсемлекнең индивидуаль үсеше — онтогенез башлана, ул олы организм формалашу белән тәмамлана. Хайван организмы онтогенезын тикшерик.

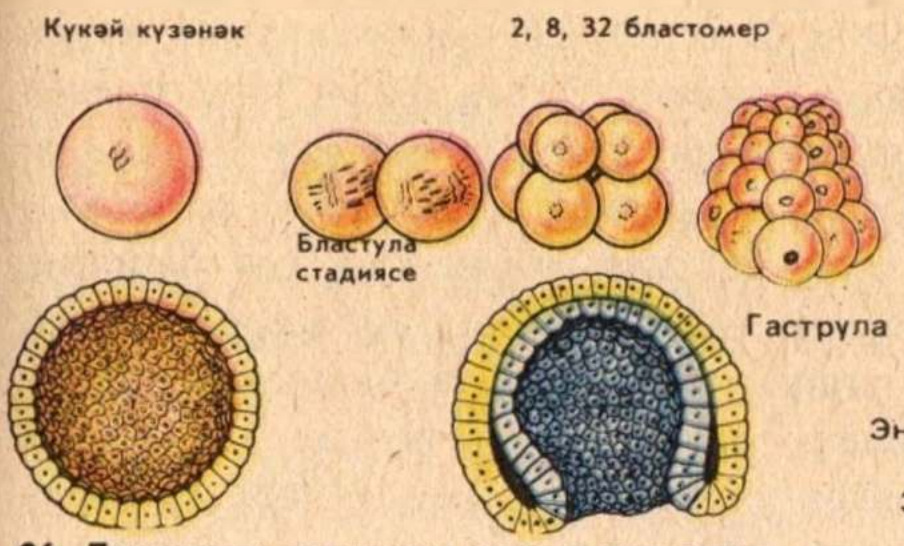
Яралгының үсеше. Аталанган күкәй күзәнәк — зигота — бербер артлы бик тиз бара торган митотик бүленүләргә дучар була, алар бүлгәләнү дип атала. Күп күзәнәкле яралгы үсешенең эмбриональ үсеш периоды дип аталган бүлгәләнү һәм башка үсеш стадияләрен ланцетник мисалында тикшерербез.

Зигота башта буй юнәлешендә зурлыклары буенча ике бертөрле күзәнәккә бүленә, алар бластомерлар дип атала. Аннары бу ике бластомерның һәркайсы шулай ук буйга бүлгәләнә һәм 4 күзәнәк барлыкка килә. Шуннан соң, өченче бүлгәләнү аркылы юнәлештә бара һәм нәтиҗәдә 8 бертөрле күзәнәк формалаша. Аннан, берсе артыннан берсе тиз генә чиратлашып, буйга һәм аркылыга бүлгәләнүләр уза, бу исә 16, 32, 64, 128 һәм тагын да күбрәк күзәнәкләр (бластомерлар) хасил булуга китерә.

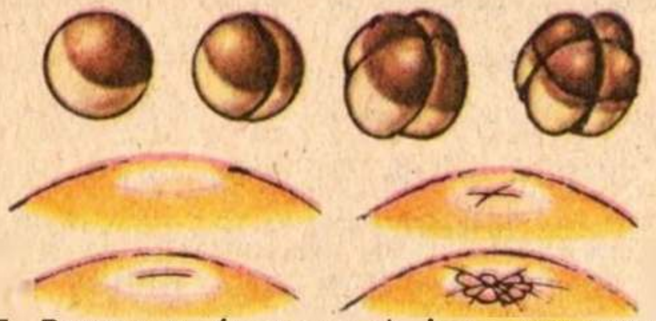
Ланцетник күкәе — аз сарылы, ул тулысынча бүлгәләнеп бетә. Башка хайваннарның күкәендә, мәсәлән, кош йомыркасында, балык уылдыгында сары күп һәм бүлгәләнү бары тик төшле цитоплазма дискысында гына була 97, ә күкәй сарысы үзе бүлгәләнми.

Бүлгәләнү вакытында бер-бер артлы бүленүләр тиз уза, бластомерлар үсми һәм күзәнәкләрнең саны арткан саен зурлыкка кечерәя генә бара. Бүлгәләнү нәтиҗәсендә эче куыш шарсыман яралгы — *бластула* барлыкка килә. Бластула стенкасының күзәнәкләре бер катлау булып урнаша. Бластула формалашу белән бүлгәләнү (дробление) чоры тәмамлана һәм шуннан соңгы үсеш чоры башлана, бу чорда да күзәнәкләр бүленүе (деление) дәвам итә, һәм күзәнәкләрнең икенче, эчке катлавы хасил була. Яралгы ике катлыга әйләнә.

Байтак кына күп күзәнәкле хайваннарда, шул исәпкә ланцетник та керә, күзәнәкләрнең эчке катлавы бластула куышлыгының, аның стенасы күзәнәкләренең эчкә батып керү юлы белән хасил була. Үсешнең бу ике катлаулы стадиясен *гаструла* дип атыйлар. Гаструланың тышкы катлау күзәнәкләрен — *эктодерма*, эчке катлауны *энтодерма* дип атыйлар. Эчкә батып керү юлы белән ясалган һәм энтодерма белән түшәлгән куышлык



96. **Ланцетник үсешенең иртә стадияләре.**



97. **Баканың** (*югарыда*) **һәм кошның** (*аста*) **күкәй күзәнәкләре бүлгәләнүнең башлангыч стадияләре.**
(2, 4 һәм 8 бластомерлы бүлгәләнүнең эзлекле стадияләре күренә. Баканың күкәй күзәнәге төрле зурлыктагы бластомерларга бүлгәләнә. Кошларның күкәй күзәнәгендә актив цитоплазманың төш урнашкан өске өлеше генә бүлгәләнә.

98. **Тритон яралгысының үсеше.**

беренчел эчәклек куышлыгын тәшкил итә, ул тышкы якка *беренчел авыз* булып ачыла. Эктодерма белән энтодерманы *яралгы җәймәләре* дип йөртәләр.

Башта ике катлаудан торган гаструланың моннан соңгы үсешендә өченче яралгы җәймәсе — *мезодерма* — барлыкка килә, хорда аерымлана, эчәклек формалаша һәм үзәк нерв системасы үсеш ала. Бу процессларның төп этапларын карап үтик.

Гаструла стадиясе азагында беренчел авыз тишеме алдындагы эктодерма күзәнәкләре тиз бүленә башлыйлар һәм нерв җәймәсе барлыкка китерәләр, ул яралгының бөтен арка ягы буйлап сузыла. Нерв җәймәсенең кырые буйлап югарыга кайтарылган җыерчалар ясала, ә аның үзәк өлеше, нерв улагы хасил итеп, аска иңә. Улак тирәнәя, җыерчалары кушыла, һәм ул эктодерма астында ятучы нерв көпшәсенә — үзәк нерв системасының башлангычына — әверелә. Нерв көпшәсе үсә башлаганда

ук, аның алгы очы киңәйгән була. Әлеге киңәйгән урын аннан соңгы этапларда баш миенә әверелә. Үсеш алган баш миенең алгы өлешендә, аның ян-якларында, бокал сыман ике күз ярала. Эктодерма батынкылыгы рәвешендә исә, яралгының алгы өлешендә шулай ук ишетү һәм ис сизү органнары үсә башлый. Нерв системасыннан һәм аңа бәйле сизү органнарыннан тыш, эктодерма организмның тышкы япмасына да башлангыч бирә.

Нерв көпшәсенә терәлеп торган һәм беренчел эчәклекнең энтодермасы белән чикләнгән участокның арка ягында ике кисә рәвешендә мезодерма ярала 96. Алар беренчел эчәклектән аерылалар, һәм шуннан соң аларның куышлыгы гәүдә куышлыгына әверелә. Мезодерманың уң һәм сул башлангычлары арасында, нәкъ нерв көпшәсе астында, яралгының буеннан-буена сузыла торган хорда ярала 96. Хорда башлангычы нерв көпшәсе белән эчәклек арасында ята. Мезодерма һәм хорда бүленеп чыкканнан соң, калган энтодерма эчәклеккә һәм аңа бәйле органнарга башлангыч бирә 96.

Югарыда язылган процесслар вакытында яралгының тышкы күренеше үзгәрә. Ул озыная, баш һәм гәүдә өлешләре аерымлана. Эчәклек башта туры көпшә формасында була. Авыз һәм аналь тишем барлыкка килә. Эчәклек көпшәсе стенкасының үсентеләреннән ашказаны, бавыр һәм ашкайнату системасының башка органнары үсеш ала. Энтодерма белән эктодерма кушылган урыннарда гәүдәнең алгы өлешендә ян-яклатып саңак ярыклары ачыла. Алар ланцетник белән балыкларда бөтен гомерләре буена эшләп тора, ә коры җирдә яшәүче умырткалыларда тукыма белән капланалар. Үпкәләрнең үсеше дә алгы эчәк белән бәйле: алар эчәклектән бүленеп үсеп китә.

Үсә торган яралгы массасының шактый өлешен мезодерма тәшкил итә. Аңардан мускуллар, скелетның барлык кимерчәк һәм сөяк элементлары, кан әйләнеше системасы, бүлеп чыгару системасы, җенес органнары формалаша.

Хайваннарның яралгысы бербөтен организм булып үсә, аңарда барлык күзәнәкләр, тукымалар һәм органнар үзара тыгыз бәйләнештә тора.

Постэмбриональ үсеш. Организмның — күкәй тышчаларыннан чыгу моментыннан, ә имезүчеләрдә исә карында үскән яралгының туу моментыннан башлап постэмбриональ (яралгы чорыннан соңгы) чор башлана. Постэмбриональ үсешне ике төргә бүлеп йөртәләр: туры үсеш, туа торган организм олы организм бе-

лән охшаш була; һәм туры булмаган үсеш, эмбриональ үсеш личинка хасил булуга китерә, ә личинка олы организмнан эчке һәм тышкы төзелешенең күп кенә билгеләре, туклануы, хәрәкәте һәм башка кайбер үзенчәлекләре буенча аерыла.

Туры үсеш умырткасыз хайваннарның күпчелегендә, мәсәлән сөлекләр, күбаяклылар, үрмәкүчләрдә, эволюция процессында килеп чыккан. Умырткалы хайваннарның бик күбесе (сөйрәлүчеләр, кошлар һәм имезүчеләр) туры үсешле.

Туры булмаган үсешле хайваннарга эчәккуышлылар, яссы һәм боҗралы суалчаннар, кысласыманнар, бөҗәкләр һәм башка умырткасызлар, ә умырткалылардан амфибияләр керә. Күбәләкләр һәм үлән бакасының туры булмаган үсешен зоология курсыннан искә төшерегез әле. Бу хайваннарның күкәй күзәнәгеннән личинкалар чыга, алар мөстәкыйль яшиләр, мөстәкыйль тукланалар. Олы организмга караганда, личинкаларның төзелеше гадирәк: аларда олы организмда булмаган махсус личинка органнары (мәсәлән, бака чукмарбашында — тышкы саңаклар һәм койрык) үсә. Личинканың олы хайванга әверелүе тышкы һәм эчке төзелешнең тирән үзгәрешләр кичерүе белән бара.

Туры булмаган үсеш организмнарга шактый өстенлекләр бирә. Личинка гадәттә актив туклану һәм үсүгә махсус җайлашкан үсеш стадиясе булып тора (бөҗәкләр, җир-су хайваннары). Кагыйдә буларак, бер төрнең личинкалары һәм олы затлары төрле шартларда яши һәм шуның нәтиҗәсендә урын һәм азык өчен алар арасында көрәш юк. Кайбер организмнарның личинкалары төр таралуга ярдәм итә. Мәсәлән, күп кенә утырма, аз хәрәкәтчән суалчаннар һәм моллюскларның личинкалары иркен йөзәләр һәм яңа яшәү урыннарына урнашалар.

Теләсә нинди организмның индивидуаль үсеш стадияләре һәркайсы тышкы тирәлек факторларының тәэсиренә дучар була. Табигатьтә андый факторлар байтак, шулардан беренче чиратта температураны, яктылык, яшәү тирәлегенең тоз һәм газ составы, азык ресурслары һәм башкаларны әйтергә мөмкин.

Әмма индивидуаль үсеш өчен кирәксез генә түгел, хәтта һәлакәтле тәэсир иткән факторлар да бар. Мондый факторларның кеше организмы үсешенә һәм яшәешенә тәэсире турында аерып әйтергә кирәк. Зарарлы тышкы факторларга беренче чиратта алкогольле эчемлекләр һәм тәмәке керә.

Алкогольле эчемлекләр куллану кешенең индивидуаль үсешенең теләсә кайсы этабында зарарлы, ә яшүсмер чакта бигрәк

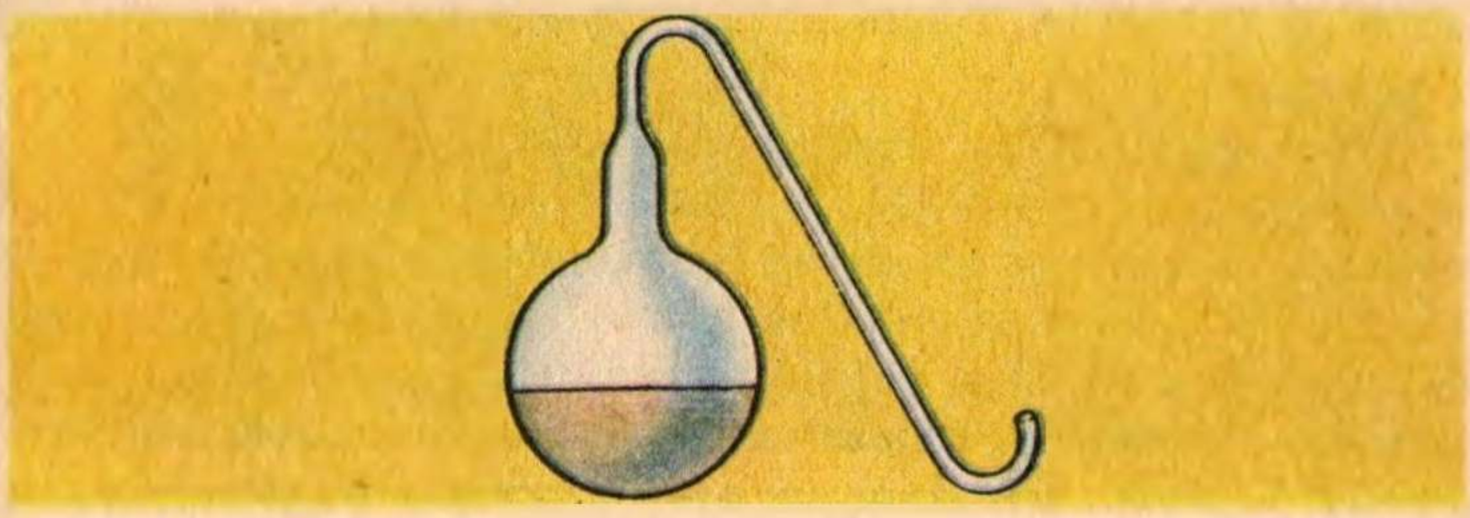
тә куркыныч. Кеше органнарының барлык системаларына, барыннан да элек үзәк нерв системасына, йөрәккә һәм кан тамырларына, үпкәләргә, бөерләргә, хәрәкәт органнары системасына (мускулларга) алкогольнең зарары бик зур. Алкогольне бик аз гына куллану да кешенең фикерләү эшчәнлеген, хәрәкәт, сулыш ритмын һәм йөрәк эшчәнлеген боза, эштә күп санда хаталар җибәрүгә, авырулар башлануга китерә. Мәсәлән, алкоголь бавырның череп таркалуына (цирроз авыруына) сәбәп була. Алкогольне даими куллану бик озак махсус дәвалау таләп итә торган көчле авыруга — алкоголизмга алып бара. Алкоголик ата-аналардан зәгыйфь акыллы һәм физик яктан кимчелекле балалар туарга мөмкин.

! 1. Бүлгәләнү күзәнәкнең гадәттәге бүленүеннән нәрсә белән аерыла? 2. Гаструла нәрсә ул һәм яралгы үсеше процессында ул ничек барлыкка килә? 3. Хайван организмының төп органнары нинди яралгы җәймәләреннән үскәнлеген күрсәткән таблица төзегез. 4. Туры үсеш туры булмаган үсештән ни белән аерыла? Мисаллар китерегез.

52. Җирдә тереклек килеп чыгу һәм аның баштагы үсеше

«Тереклек» төшенчәсенә билгеләмә. Үзебезне чолгап алган тирәлектә без ансат кына бер төр җисемнәрне — тере, икенчеләрен тере булмаганнарга кертәбез. Тере җисемнәр тере булмаганнардан нәрсә белән аерыла соң? Бу сорау галимнәрнең һәм акыл ияләренең игътибарын бик күптәннән бирле үзенә җәлеп иткән, алар «тереклек», «тере җисем» төшенчәләренә кыскача билгеләмә бирергә теләп, бу төшенчәләрдә иң әһәмиятлесен, иң үзенчәлеклесен табарга тырышканнар.

Тереклекнең берничә дистә төрле-төрле билгеләмәсе билгеле. Аларның барысы да диярлек канәгатьләнерлек дәрәҗәдә түгел. Ф. Энгельс «Анти-Дюринг» китабында тереклеккә аеруча уңышлы билгеләмә бирә: «*Тереклек ул аксым җисемнәрнең яшәү ысулы*, һәм яшәүнең бу ысулы, асылда, шул җисемнәрнең химик состав өлешләре даими рәвештә үзен-үзе яңартып торуыннан гыйбарәт». Ф. Энгельс билгеләмәсе ике өлештән тора. Беренче өлештә ул тере җисемнәрнең аермалы үзенчәлеген — аларда аксымнар булуын — күрсәтә. Без аксымнарның иң гади төзелешләрдән башлап иң катлаулы һәм югары төзелешләргә кадәр булган барлык тере системаларда төп һәм даими состав өлешлә-



99. Пастер колбасы.

ре булуын беләбез. «Тереклек булган һәр урында без аның нинди дә булса аксымга бәйләнешен күрәбез, һәм таркалу халәтендә булмаган нинди дә булса аксымлы җисем очраткан барлык урында, без, әлбәттә, тереклек күренешләрен очратабыз», — дип язды Ф. Энгельс.

Аксымнар — структураларын җиңел үзгәртүчән матдәләр. Тере халәт өчен теләсә нинди формадагы аксымның булуы кирәкми, ә фәкать үзенең уникаль структурасын саклый алган биологик актив аксымнар гына кирәк. Организм үлгәндә яки күзәнәге зарарланганда аксым макромолекулалары сүтелә һәм денатурланган халәткә күчә. Табигый конфигурациясен югалткан аксымнар шул вакытта ук юк ителәләр һәм яңа синтезланган аксымнар белән алмаштырылалар. Шулай итеп, тереклек процессында күзәнәкнең аксым составы туктаусыз яңарып тора.

Билгеләмәнең икенче өлешендә Ф. Энгельс аксымнарның яшәү ысулы турында әйтә. Бу ысул — матдәләр алмашы, аның ярдәмендә аксымнарның табигый конфигурациясе саклана һәм аларның туктаусыз яңарып торуы тәэмин ителә.

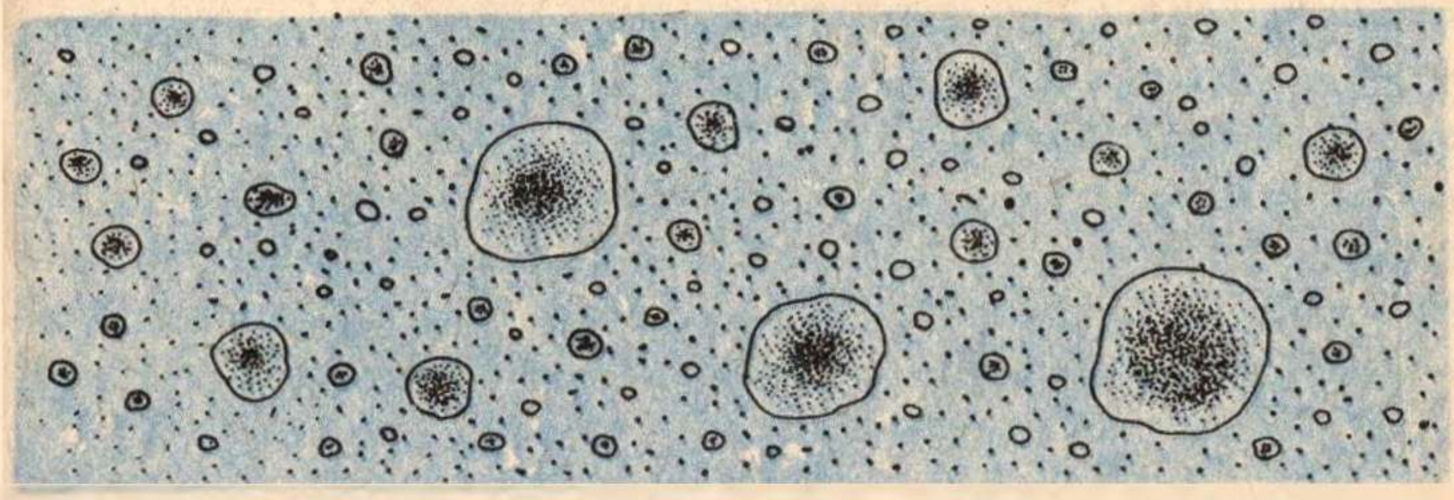
Ф. Энгельсның формасы буенча матур һәм эчтәлеге буенча тирән билгеләмәсе әле хәзер дә көчендә. Әмма «Анти-Дюринг» басылып чыгуга йөз елдан артык вакыт узды. Шул вакыт эчендә табигать белеменең төрле өлкәләрендә зур ачышлар ясалды. Шуңа бәйле рәвештә, күп кенә галимнәр тере җисем характеристикасын киңәйтү һәм тулыландыру максатка ярашлы дигән фикердә. Мәсәлән, тере җисемнәр — ачык системалар, ягъни аларга азык рәвешендә энергия кереп, ә бүлендекләре тышкы тирәлеккә чыгарылып торганда гына яшиләр дип исәплиләр. Тере җисемнәрнең авторегуляциягә сәләтлелеген, ягъни үзләренең составын һәм үзлекләрен саклый алуларын, аксымнардан тыш нуклеин

кислоталары аларның мөһим һәм даими состав өлеше булуын күрсәтәләр.

Тере җисемнәрнең хәзерге билгеләмәләреннән берсен китерәбез (совет галиме М. В. Волькенштейн тәкъдим иткән): «Җирдә яшәүче тере җисемнәр биополимерлардан, ягъни аксымнар һәм нуклеин кислоталарыннан төзелгән, үзен-үзе регуляцияләүгә һәм үз ишен барлыкка китерүгә сәләтле ачык системалардан гыйбарәт». Бу билгеләмәдә: «Җирдә яшәүче тере җисемнәр...» дигән искәртмәгә игътибар итегез. Күрәсең, башка планеталарда Җирдәге тере җисемнәрдән нык аерыла торган тере җисемнәр табылу ихтималлыгы да юк түгел.

Тереклекнең килеп чыгуы турында күзаллауларның үсеше. Тереклек ияләре кайдан барлыкка килә? Бу инде бик борын заманнан бирле килә торган сорау. Антик заманда һәм урта гасырларда биологиянең үсеш дәрәҗәсе бик түбән була. Ул чорларда тере организмнар тере булмаган материалдан үзлегеннән килеп чыга дигән карашлар таралган була. Галимнәр буадагы бакалар — ләмнән, чебеннәр пычрактан килеп чыгалар дип нык ышанганнар. Урта гасырның күренекле галиме Ван Гельмонт (1575—1640) үзенең китабында тычканнарның юылмаган керләрдән яралу мөмкинлеген әйткән. Шул ук эпоханың икенче зур галиме — врач Парацельс (1485—1540) кешене («гомункулюсны») ясалма әзерләү ысулы турында яза.

Биологиянең үсүе, тикшеренү методларының камилләшүе белән тереклекнең үзлегеннән яралуы мөмкинлеген расларга тырышучы галимнәрнең позицияләре какшатыла. Италия врачы Франческо Реди 1661 елда үз тәҗрибәләренең нәтиҗәләрен бастырып чыгара. Сигез пыяла савытка ул чи ит сала. Дүрт савытның өстен ачык калдыра, ә калган дүртесенең өстен марля белән ныклап каплый. Берничә көннән ачык савытлардагы иттә «кортлар» (чебен личинкалары) барлыкка килә. Марля ябылган савытлардагы иттә кортлар булмый. Димәк, алар итнең үзеннән (элек уйланылганча) түгел, ә иткә чебеннәр салган күкәйләрдән ярала. Бу — үзлегеннән яралу турындагы карашларга каршы кискен удар була. Шулай да, үзлегеннән яралу турындагы карашлар микробиология өлкәсендә бигрәк тә озак яши. Тереклекнең үзлегеннән яралу мөмкинлеге мәсьәләсенә булган гаять зур кызыксыну Париж Фәннәр академиясен 1860 елда бу мәсьәләне хәл иткән эш өчен премия билгеләргә кирәк дигән фикергә китерә. Премия күренекле француз галим-химигы һәм бактерио-



100. Коацерват тамчылар.

логы Луи Пастерга (1822—1895) бирелә. Пастер *S* формасындагы озын тар муенлы савытка шулпа салган 99. Барлык микробларны үтереп бетерү өчен, шулпаны кайнаткан. Айлар үткән, савытлардагы шулпа стериль килеш тора биргән. Чөнки андый савытка һава иркен үткән, ләкин микроблар керә алмаган, алар *S* сыман бөгелештә утырып калган. Савытларның берсен андагы шулпа *S* сыман бөгелешне юдырырлык һәм яңадан колбага агып төшәрлек итеп янтайтканнан соң, шулпа озакламый бозыла башлаган. Шулай итеп, микроорганизмнарның үзлегеннән яралуы мөмкин түгеллеге ышандырырлык итеп исбат ителә.

Пастерның эшләре бөтен дөньяга таралып гомум танылa. Моңа бу эшләрнең зур практик әһәмияте дә ярдәм итә. Шулар нигезендә хирургиядә, шулай ук консерв промышленностенда стерилизация ысуллары булдырыла.

Иң примитив организмнан башлап югары төзелешлеләргә кадәр, теләсә нинди организм тере организмнан туа. Бу закон кыска гына афоризм рәвешендә: «Барлык тере тередән генә» дип әйтелгән. Башка сүзләр белән әйткәндә, тереләнең тере булмаганнан яралуы принципиаль, ягъни беркайчан да һәм бернинди шартларда да мөмкин түгел. Әмма шундый сорау туа: иң башта тереклек Җирдә ничек килеп чыккан соң?

Тереклекнең килеп чыгуы турында хәзерге заман теорияләре. Космология (күк җисемнәре килеп чыгу турындагы фән) мәгълүматлары буенча, барлык планеталар, шул исәптән Җир дә, кайчандыр кызган җисемнәр булганнар. Ул вакытта Җирдә тереклекнең була алмавы бәхәссез, чөнки тереклек итү шартларыннан берсе — әйләнә-тирәлектә температураның +50... +70°C тан да югары булмавы. Абсолют стериль Җирдә ничек итеп тереклек килеп чыккан да үрчүгә һәм үсешкә сәләтле организмнар

ук, аның алгы очы киңәйгән була. Әлеге киңәйгән урын аннан соңгы этапларда баш миенә әверелә. Үсеш алган баш миенең алгы өлешендә, аның ян-якларында, бокал сыман ике күз ярала. Эктодерма батынкылыгы рәвешендә исә, яралгының алгы өлешендә шулай ук ишетү һәм ис сизү органнары үсә башлый. Нерв системасыннан һәм аңа бәйле сизү органнарыннан тыш, эктодерма организмның тышкы япмасына да башлангыч бирә.

Нерв көпшәсенә терәлеп торган һәм беренчел эчәклекнең энтодермасы белән чикләнгән участокның арка ягында ике кесә рәвешендә мезодерма ярала . Алар беренчел эчәклектән аерылалар, һәм шуннан соң аларның куышлыгы гәүдә куышлыгына әверелә. Мезодерманың уң һәм сул башлангычлары арасында, нәкъ нерв көпшәсе астында, яралгының буеннан-буена сузыла торган хорда ярала . Хорда башлангычы нерв көпшәсе белән эчәклек арасында ята. Мезодерма һәм хорда бүленеп чыкканнан соң, калган энтодерма эчәклеккә һәм аңа бәйле органнарга башлангыч бирә .

Югарыда язылган процесслар вакытында яралгының тышкы күренеше үзгәрә. Ул озыная, баш һәм гәүдә өлешләре аерымлана. Эчәклек башта туры көпшә формасында була. Авыз һәм аналь тишем барлыкка килә. Эчәклек көпшәсе стенкасының үсентеләреннән ашказаны, бавыр һәм ашкайнату системасының башка органнары үсеш ала. Энтодерма белән эктодерма кушылган урыннарда гәүдәнең алгы өлешендә ян-яклатып саңак ярыклары ачыла. Алар ланцетник белән балыкларда бөтен гомерләре буена эшләп тора, ә коры җирдә яшәүче умырткалыларда тукыма белән капланалар. Үпкәләрнең үсеше дә алгы эчәк белән бәйле: алар эчәклектән бүленеп үсеп китә.

Үсә торган яралгы массасының шактый өлешен мезодерма тәшкил итә. Аңардан мускуллар, скелетның барлык кимерчәк һәм сөяк элементлары, кан әйләнеше системасы, бүлеп чыгару системасы, җенес органнары формалаша.

Хайваннарның яралгысы бербөтен организм булып үсә, аңарда барлык күзәнәкләр, тукымалар һәм органнар үзара тыгыз бәйләнештә тора.

Постэмбриональ үсеш. Организмның — күкәй тышчаларыннан чыгу моментыннан, ә имезүчеләрдә исә карында үскән яралгының туу моментыннан башлап постэмбриональ (яралгы чорыннан соңгы) чор башлана. Постэмбриональ үсешне ике төргә бүлеп йөртәләр: туры үсеш, туа торган организм олы организм бе-

лән охшаш була; һәм туры булмаган үсеш, эмбриональ үсеш личинка хасил булуга китерә, ә личинка олы организмнан эчке һәм тышкы төзелешенең күп кенә билгеләре, тукслануы, хәрәкәте һәм башка кайбер үзенчәлекләре буенча аерыла.

Туры үсеш умырткасыз хайваннарның күпчелегендә, мәсәлән сөлекләр, күбаяклылар, үрмәкүчләрдә, эволюция процессында килеп чыккан. Умырткалы хайваннарның бик күбесе (сөйрәлүчеләр, кошлар һәм имезүчеләр) туры үсешле.

Туры булмаган үсешле хайваннарга эчәккуышлылар, яссы һәм боҗралы суалчаннар, кысласыманнар, бөҗәкләр һәм башка умырткасызлар, ә умырткалылардан амфибияләр керә. Күбәләкләр һәм үлән бакасының туры булмаган үсешен зоология курсыннан искә төшерегез әле. Бу хайваннарның күкәй күзәнәгеннән личинкалар чыга, алар мөстәкыйль яшиләр, мөстәкыйль тукланалар. Олы организмга караганда, личинкаларның төзелеше гадирәк: аларда олы организмда булмаган махсус личинка органнары (мәсәлән, бака чукмарбашында — тышкы саңаклар һәм койрык) үсә. Личинканың олы хайванга әверелүе тышкы һәм эчке төзелешнең тирән үзгәрешләр кичерүе белән бара.

Туры булмаган үсеш организмнарга шактый өстенлекләр бирә. Личинка гадәттә актив туклану һәм үсүгә махсус җайлашкан үсеш стадиясе булып тора (бөҗәкләр, җир-су хайваннары). Кагыйдә буларак, бер төрнең личинкалары һәм олы затлары төрле шартларда яши һәм шуның нәтиҗәсендә урын һәм азык өчен алар арасында көрәш юк. Кайбер организмнарның личинкалары төр таралуга ярдәм итә. Мәсәлән, күп кенә утырма, аз хәрәкәтчән суалчаннар һәм моллюскларның личинкалары иркен йөзәләр һәм яңа яшәү урыннарына урнашалар.

Теләсә нинди организмның индивидуаль үсеш стадияләре һәркайсы тышкы тирәлек факторларының тәэсиренә дучар була. Табигатьтә андый факторлар байтак, шулардан беренче чиратта температураны, яктылык, яшәү тирәлегенең тоз һәм газ составы, азык ресурслары һәм башкаларны әйтергә мөмкин.

Әмма индивидуаль үсеш өчен кирәксез генә түгел, хәтта һәлакәтле тәэсир иткән факторлар да бар. Мондый факторларның кеше организмы үсешенә һәм яшәешенә тәэсире турында аерып әйтергә кирәк. Зарарлы тышкы факторларга беренче чиратта алкогольле эчемлекләр һәм тәмәке керә.

Алкогольле эчемлекләр куллану кешенең индивидуаль үсешенең теләсә кайсы этабында зарарлы, ә яшүсмер чакта бигрәк

ның тышкы тирәлектәге эремәдән төрле матдәләр сеңдерергә сәләтле булганлыгын күрсәтте. Бу исә туклану процессын хәтерләтә. Матдәләр сеңдерү нәтиҗәсендә коацерват тамчылар зурая, бу — тышкы яктан караганда үсү процессына охшый. Тәҗрибә өчен коацерватлар сеңдергән матдәләр үзара реакциягә керерлек, ә шул реакция продуктлары коацерваттан әйләнәтирәлеккә бүленеп чыгарлык шартларны сайларга мөмкин. Бу исә күзәнәктән матдәләр алмашы продуктлары бүленеп чыгу процессына охшый. А. И. Опарин фикеренчә, коацерват тамчылар арасында хәтта яшәү өчен көрәшне хәтерләткән процесс та бара, нәтиҗәдә тотрыклырак, тышкы тирәлеккә җайлашканрак тамчылар бөтен кала.

Шулай да коацерватларда әле тере организмның төп билгесе — үзенең составына кергән молекулаларны яңарту сәләте юк.

Үзен-үзе яңартуга сәләтле молекулаларның барлыкка килүе тереклек килеп чыгуга таба мөһим баскыч була. Болар, ихтимал, иң гади полинуклеотидлар булгандыр. Бер молекулада составы һәм структурасы буенча шундый ук икенче молекула җыелу химик синтезның яңа принцибы — тере системалар өчен бик характерлы матрица синтезының килеп чыгуын күрсәтә.

Полинуклеотид молекулаларының үз-үзләрен яңартуы процессында кайчак «ялгышлыклар» да килеп чыккалаган, ягъни полинуклеотидның яңа молекуласы баштагы молекуланың төгәл күчермәсе үк булып ясалмаган. Соңыннан бу үзгәреп яңарган молекула үз күчермәсен биргән. Шулай итеп мутацияләр килеп чыккан. Нурланышлар, бигрәк тә ионлаштыра торган нурланышлар, тәэсиреннән мутацияләр аеруча еш кабатланган. Бик борынгы организмнар, туклану ысулы буенча, чын гетеротрофлар булганнар, чөнки алар инде әзер органик матдәләрдән файдаланганнар. Организмнар үрчегән саен, беренчел океанда органик матдәләр запасы кими барган, ә яңаларының синтезы ихтыяҗны каплап өлгерә алмаган. Азык өчен көрәш башланган, бу көрәштә активраклары гына исән калган. Нәселдәнлек үзгәрешләре нәтиҗәсендә очраклы рәвештә булдырылган шушы шартларда файдалы булган билгеләр сайланып ныгып калганнар. Күрәсең, нәкъ менә шулай тарихи үсеш процессында беренчел организмнар хәзерге күзәнәккә әверелгән булырга тиеш: вирусларның нуклеин кислоталары тирәсендә саклагыч тышча ясалган яки төш әйләнәсендә цитоплазма катлавы килеп чыккан, күзәнәкләрдә тышкы мембрана ясалган һ.б.

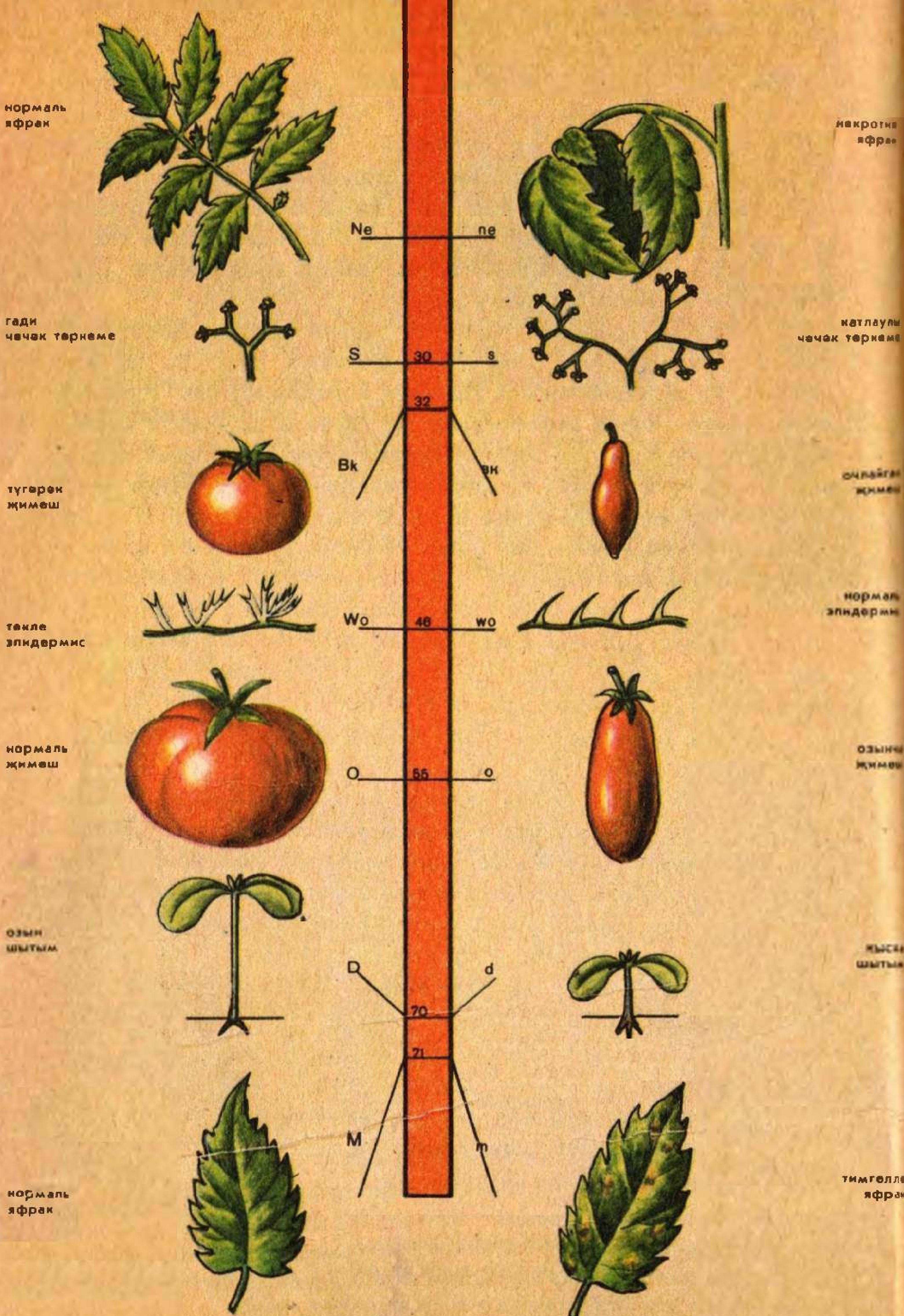
Автотроф туклану барлыкка килү тереклек эволюциясе юлында зур адым булган. Органик матдәләр кимегәннән-кими бару шартларында кайбер организмнар әйләнә-тирәлекнең гади неорганик матдәләреннән органик матдәләрне үзләре синтезлауга күчкәннәр. Мондый синтез өчен кирәкле энергияне бирише организмнар иң гади химик реакцияләр — оксидлашу һәм кайтарылу реакцияләре ысулы белән аерып чыгара башлаганнар. Шул рәвешчә хемосинтез барлыкка килгән.

Ароморфоз тибындагы тагын да зуррак прогрессив үзгәреш булып фотосинтез тора, фотосинтез барлыкка килү тереклекнең шуннан соңгы эволюциясенә хәлиткеч йогынты ясаган. Тереклек килеп чыккан чорда атмосферада да, океанда да ирекле кислород калмаган: бу актив элемент, башка элементлар белән кушылып, төрле неорганик матдәләр составына кергән. Шуңа күрә организмнар энергияне башта органик матдәләрнең кислородсыз реакцияләре юлы белән алганнар. Энергия алуның бу юлы аз эффектлы һәм күп азык таләп итә. Фотосинтезның үсеше һәм атмосферада, суда ирекле кислород барлыкка килү белән бергә энергия табылуның яңа юлы — кислородлы таркалу килеп чыккан. Кислородлы процесс кислородсыз процесска караганда, якында 20 тапкыр эффектлырак (198 бит).

Тереклек килеп чыгу чорында Җир Кояш нурланышының тереклек өчен һәлакәтле интенсив тәэсиренә дучар ителгән. Шуңа күрә тереклек башта океанда гына мөмкин булган. Үсемлекләрнең үсеше белән бергә атмосферада кислород та тупланган, кислородның бер өлеше ультрамиләүшә һәм ионлаштыра торган нурланышны интенсив йотуга сәләтле озонга әверелгән. Нәтиҗәдә коры җирдә тереклек итү мөмкинлеге туган. Тереклек судан «чыккан» һәм бөтен Җир йөзенә таралган.

Еш кына: «Безнең заманда Җирдә биологик булмаган юл белән тереклек килеп чыгарга мөмкинме?» — дип сорыйлар. Күрәсең, мөмкин түгел, чөнки әгәр берәр урында органик матдәләр барлыкка килә икән, аларны шунда ук гетеротроф организмнар йотып бетерер иде. Безнең заманда тере затлар бары тик биологик юл белән генә, ягъни үзе кебек затларның үрчүе процессында гына килеп чыгалар.

1. Академик А. И. Опарин фараз итүенә нигезләнеп, Җирдә тереклек яралуның төп этапларына характеристика бирегез. 2. Фотосинтез барлыкка килүнең Җирдә тереклек үсеше өчен нинди әһәмияте булган?


нормаль
яфрак
гади
чечәк төркеме
түгәрәк
җимеш
төкле
эпидермис
нормаль
җимеш
озын
шытым
нормаль
яфрак
Ne
ne
S
30
s
32
Bk
bk
Wo
46
wo
O
55
o
D
d
70
71
M
m
некроти
яфра
катлаулы
чечәк төркеме
очлайга
җиме
нормаль
эпидерми
озынч
җимеш
кыск
шытым
тимгелле
яфрак

VIII бүлек
Генетика нигезләре

53. Нәселдәнлекне өйрәнүнең гибридологик методы. Мендельнең беренче законы

Генетика — организмнарның нәселдәнлеге һәм үзгәрүчәнлеге турындагы фән. Генетика үсеше — XX гасыр биологиясенең характерлы үзенчәлеге. Ч. Дарвин билгеләгәнчә, генетика нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек законнарын өйрәнә. Бу законнар исә органик дөнья эволюциясенең һәм культуралы үсемлекләрнең яңа сортларын, шулай ук йорт хайваннарының яңа токымнарын китереп чыгару буенча кеше эшчәнлегенең нигезен тәшкил итә.

Дарвинның нәселдәнлеккә нинди билгеләмә бирүен исегезгә төшерегез әле. *Нәселдәнлек — организмның үзендәге билгеләрен һәм үсеш үзенчәлекләрен киләчәк буынга бирә алу үзлеге.* Нәселдәнлек аркасында төр эчендәге барлык затлар үзара охшаш. Нәселдәнлек хайваннарга, үсемлекләргә, микроорганизмнарга төр, токым һәм сортның характерлы сыйфатларын буыннан-буынга сакларга мөмкинлек бирә.

Нәселдәнлек үрчү аша тормышка ашырыла. Җенси үрчегәндә яңа буыннар аталану нәтиҗәсендә барлыкка килә. Нәселдәнлекнең материаль нигезләре җенес күзәнәкләрендә була. Җенессез яисә вегетатив үрчегәндә яңа буын беркүзәнәкле споралардан яки күпкүзәнәкле ясалмалардан үсә. Үрчүнең бу формаларында да буыннар арасында бәйләнеш нәселдәнлекнең материаль нигезләрен йөрткән күзәнәкләр аша башкарыла.

Дарвинның үзгәрүчәнлеккә нинди билгеләмә бирүен исегезгә төшерегез. *Үзгәрүчәнлек — организмнарның индивидуаль үсеш процессында яңа билгеләр булдыру үзлеге.* Үзгәрүчәнлек аркасында төр эчендәге затлар бер-берсеннән аерылып тора.

Димәк, нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек — организмның берберенә капма-каршы булган, ләкин үзара бәйләнгән ике үзлеге. Нәселдәнлек аркасында төрнең бертөрлелеге саклана, ә үзгәрүчәнлек, киресенчә, төрнең бертөрлелеген бетерә.

◀ **Томат хромосомасы фрагментының генетик картасы (хәрефләр белән — ген исемнәре, саннар белән аларның урнашу урыны күрсәтелгән).**

101. Бер тамырдан үстерелгән тузганакның үзгәрүчәнлеге.

Бер төр затлары арасындагы аерымлыклар организмның нәселдәнлегенең материаль нигезләре үзгәрүгә бәйле булырга мөмкин. Үзгәрүчәнлек организм яшәгән тышкы шартларга да бәйле. Токымның үзлекләре ачыклану күбесенчә асрау һәм туклану шартларына бәйле булуы һәркемгә билгеле.

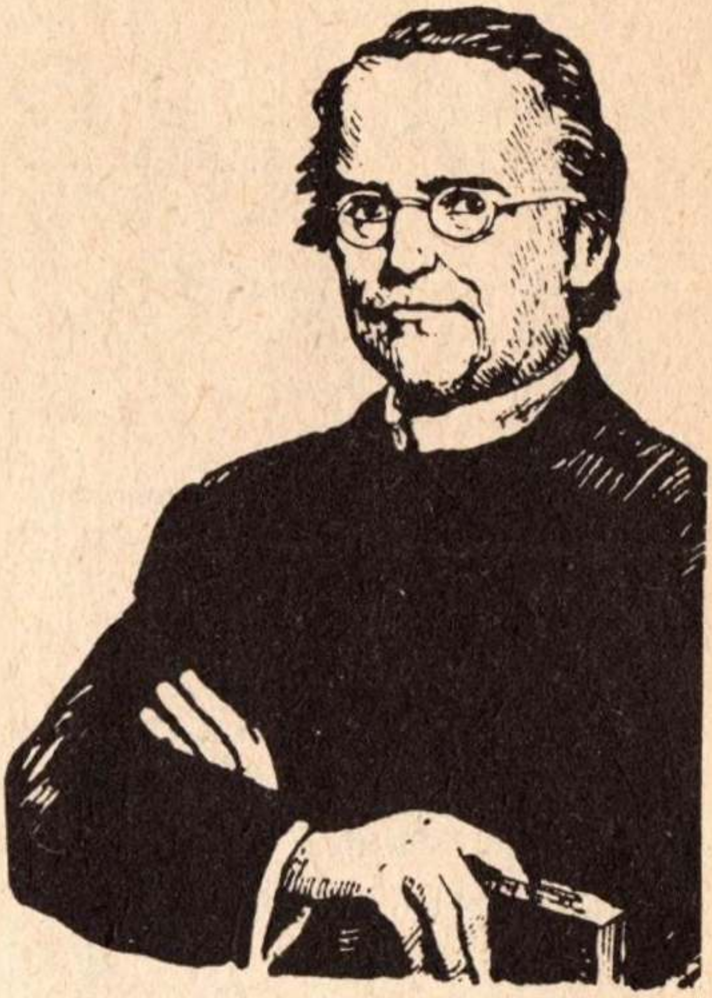
101 рәсемдә тузганак белән үткәрелгән тәҗрибә нәтиҗәсе күрсәтелгән. Тузганакның тамырын урталай ярганнар. Аның бер яртысын шактый ук дымлы тигез урынга утыртканнар. Анда эре яфраклы, озын чәчәк саплы үсемлек үскән. Икенче яртысын тауга утыртканнар. Монда вак яфраклы, кыска чәчәк саплы кечкенә үсемлек үскән. Ә аларның нәселдәнлеге бер үк төрле.

Организмга ата-анасыннан күчкән геннар җыелмасы аның *генотибы* була. Тышкы һәм эчке билгеләр җыелмасы *фенотип* була.

Әлеге мисалдан менә нәрсә ачыклана — генотип белән тышкы тирәлек шартларының үзара тәэсирләре нәтиҗәсендә фенотип үсеш ала.

Нәселдәнлекне өйрәнүнең гибридологик методы. Җенси үрчегәндә нәселдәнлек билгеләренең буыннан буынга күчүнең төп закончалыкларын беренче булып чех галиме Грегор Мендель ача һәм 1865 нче елда бастырып чыгара. Аның тикшеренүләре бик озак вакыт дөрес бәяләнми. Бары тик 1900 нче елда гына бу законнарны берничә галим яңадан ача һәм исбатлый, алар шуннан соң гына биология фәненең яңа килеп чыккан тармагы — генетиканың нигезе булып китә.

Мендель борчак белән тәҗрибәләр ясый. Бу үсемлекнең сортлары күптөрле, алар бер-берләреннән ап-ачык күренеп торган нәселдәнлек билгеләре белән аерылалар. Мәсәлән, борчак-



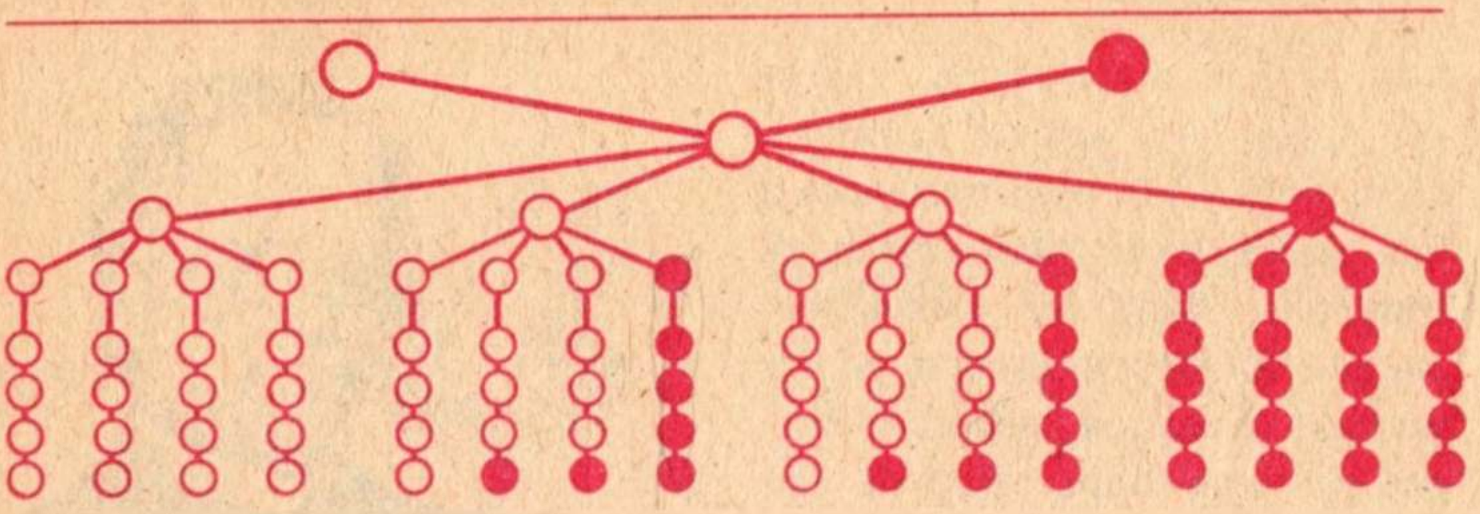
Г. Мендель.

ның ак һәм җете кызыл чәчәкле, озын һәм кыска сабаклы, сары һәм яшел орлыклы, шома һәм җыерчыклы орлыклы һ. б. сортлары бар. Бу үзенчәлекләрнең һәрберсе үзенең сорты эчендә нәселдән нәселгә тотрыклы күчә бара. Борчак гадәттә үзеннән серкәләнә, әмма читтән серкәләнергә дә мөмкин.

Мендель өйрәнүнең гибридологик методын кулланган: ул аерым бер билгеләре белән аерылып торган ата-ана формаларын кушылдырган һәм өйрәнелә торган билгеләрнең барлыкка килү-килмәвен берничә буында күзәткән. Мендель аналитик юл белән барган: үсемлекләрнең бик күп билгеләре арасыннан капма-каршы булган бер яки берничә пар билге сайлап алган һәм аларның бер-бер артлы килгән һәр буында булу-булмавын күзәткән. Мендель тәҗрибәләренең характерлы ягы шунда: ул һәр буынның барлык затларында әлеге өйрәнелә торган билгеләрнең төгәл исәбен алып барган. Болай эшләү аңа нәселдән нәселгә күчүнең сан ягыннан билгеле бер закончалыкларын билгеләргә мөмкинлек биргән. Нәселдәнлек закончалыкларының анализын Мендель *моногибрид кушылдырудан* башлаган — бер генә пар нәселдәнлек билгесе белән аерылган ата-ана формаларын кушылдырган.

Беренче буын гибридларының бертөрлелеге *. Әгәр сары һәм яшел орлыклы борчак үсемлекләрен серкәләндерсәң, бу кушылдыру нәтиҗәсендә алынган барлык үсемлекләрнең беренче буын гибридларында орлыклар сары була. Ә капма-каршы билгеләр (яшел орлыклар) юкка чыга кебек. Мендель ачкан беренче

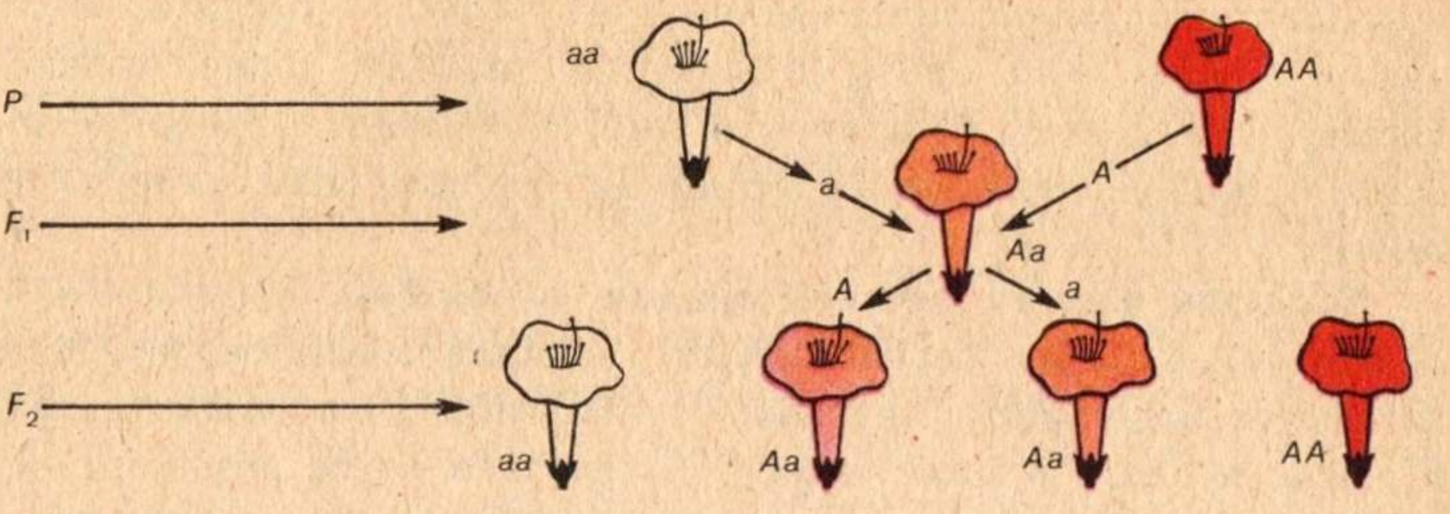
* Гибридлар — нәселдәнлек башлангычлары белән аерыла торган затларны кушылдыру нәтиҗәсендә хасил булган организмнар алар. Ата-ана буын шартлы рәвештә латин хәрефе — P (латинча parentale — ата-ана буыны), гибридларның беренче буыны — F_1, икенчесе — F_2 (лат. filiale — бала буын) дип билгеләнә һ. б.



102. Моногибрид кушылдыруның барышы.
Буялмаган түгәрәкләр — доминант билгеле организмнар, буялганнары — рецессив билгеле организмнар.

буын гибридларының бертөрлелек кагыйдәсе менә шушында чагыла. Бу бертөрлелек орлыктагы сары төснең капма-каршы билгене (яшел төсне) басып калдыруында күренә һәм F_1 гибридларында барлык орлыклар сары (бертөсле) булып чыга. Билгенең өстенлек алу күренешен — *доминирлау,* ә өстен билгенең үзен *доминант* дип атыйлар. Югарыда каралган мисалда орлыкларның сары төсе яшел төстән өстенлек итә. Тыштан караганда юкка чыга торган капма-каршы икенче билгене (яшел төс) *рецессив* дип атыйлар.

Мендельнең беренче законы. Гибридларның беренче буыныннан алынган нәселдә (икенче буында – F_2) таркалу күзәтелә: билгеле бер нисбәттә ата һәм ана үсемлекләрнең билгеләрен туплаган яңа үсемлекләр барлыкка килә. Сары орлыклар яшелләргә караганда чама белән өч тапкыр артык булып чыга. Доминант һәм рецессив билгеләре булган орлыклар саны 3:1 гә чагыштырмасына якын. Мендель тәҗрибәләрендә санча чагыштырма болай килеп чыккан: 6022 — сары, 2001 — яшел орлык. Билгеләрнең икенче парларын өйрәнү буенча үткәрелгән тәҗрибәләр дә нәкъ шундый нәтиҗәләр биргән. Чәчәкнең җете кызыл төсе ак төстән өстен һәм гибридларның икенче буынында таркалуның шундый ук (3:1) чагыштырмасын бирә; орлыкларның шома формасы җыерчыклылар өстеннән доминирлый. Гибридларның беренче буынында рецессив билгеләр беленми. Мендельнең таркалу законы дип исемләнгән беренче законы әнә шунда күренә: *тагын да үрчегәндә беренче буын F_1 гибридлары таркалалар; алар биргән үрчемдә F_2 рецессив билгеләре булган затлар яңадан барлыкка килә, алар үрчемнең якынча дүрттән бер өлешен тәшкил итә.*



103. Төн гөлен моногибрид кушылдыру.

Гибридларның өченче, дүртенче һәм шуннан соңгы буыннарында билгеләр ничек булып беленәләр икән соң? Бу мәсьәләне хәл итү өчен, Мендель үзеннән серкәләнү юлы белән өченче һәм шуннан соңгы буыннарның нәселен алган.

103 рәсемдә күренгәнчә, рецессив билгеле үсемлекләр теләсә ничәнче буында да таркалмаганнар. Алар биргән үрчемдә доминант билгеле үсемлекләр беркайчан да барлыкка килмәгән. Доминант билгесе булган икенче буын гибридлары үзләрен башкача тоткан. Алар арасында, үзеннән серкәләнү юлы белән алынган үрчемне тикшергәндә, ике төркем барлыгын ачыклаганнар. Беренчесе, доминант билгесе булган барлык үсемлекләрнең $^1/_3$ ен тәшкил иткәне, шуннан соң үрчегәндә таркалмый. Алар биргән үрчемнең алдагы буыннарында бары тик доминант билге генә килеп чыга. Икенче буынның башка үсемлекләре үзләрен башкача тота. Алар доминант билгеле үсемлекләрнең гомуми санының $^2/_3$ сен алып торалар. Алар биргән үрчемдә таркалу, икенче буын гибридларындагы кебек үк, 3:1 гә чагыштырмасында ($^3/_4$ доминант, $^1/_4$ рецессив) була. Шуннан соңгы буыннарны тикшерү охшаш нәтиҗәләр бирә. Рецессив билгеле үсемлекләрнең шуннан соңгы буыннары таркалмый.

Җенси үрчегәндә барлык үсемлек һәм хайван организмнарында таркалу гибридларның нәселендә була. Тышкы билгеләре белән охшаш затларда төрле-төрле нәселдәнлек үзлекләре булырга мөмкин. Мәсәлән, сары орлыклы борчак гибридларының икенче буынында үзеннән серкәләнгән үсемлекләрнең кайбер затларында таркалу килеп чыга, ә башкалары исә таркалмый. Үзләреннән соңгы буыннарда таркалу булмаган һәм үз билгеләрен «саф» хәлдә саклый торган затларны әлеге билге буенча

гомозиготалы затлар дип атыйлар (лат. «гомо» — бертигез, бертөрле). Үзләреннән соңгы буыннарда таркалу килеп чыккан (ягъни нәселдәнлек башлангычы гибрид булган) затлар әлеге билге буенча *гетерозиготалы затлар* дип йөртелә (лат. «гетеро»— төрле).

Нәселдән нәселгә күчүнең арадаш характеры. Югарыда каралган мисалларда беренче буын гибридларының бертөрлелек кагыйдәсе менә нәрсәдә күренә: барлык гибридлар тышкы яктан я атага, я анага охшый, ягъни билгеләрнең берсе доминирлый. Әмма бу хәл һәрвакытта да күзәтелми. Еш кына гетерозигота формаларда билгеләр арадаш характерда була, ягъни доминирлау тулы булмаска мөмкин. рәсемдә төн гөле дигән үсемлекнең ике нәсел формасын кушу нәтиҗәләре күрсәтелгән. Бер форманың чәчәкләре кызыл, икенчесенеке — ак. Беренче буын гибридларының барысы да ал чәчәкле, ягъни арадаш характерда була.

Гибридларны үзара кушылдырудан алынган икенче буында таркалу мондый чагыштырмада килеп чыга: бер кызыл, ике ал һәм бер ак форма (1:2:1). Бу очракта гетерозиготалы (гибрид) үсемлекләрнең гомозиготалылардан (кызылдан һәм актан) тышкы яктан да аерылып торуы ачык күренә.

1. Генетика нәрсә өйрәнә? 2. Нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлекнең билгеләмәсен әйтегез. 3. Тикшеренүнең гибридологик методын һәм моногибрид кушылдыруны сөйләп бирегез. 4. Моногибрид кушылдыру нигезендә Мендель нинди кагыйдә һәм закончалыклар язган? 5. Доминант билге һәм рецессив билге, гомозигота һәм гетерозигота, генотип һәм фенотип нәрсә ул?

54. Нәселдән нәселгә күчү закончалыкларының цитологик нигезләре

Гаметалар сафлыгы гипотезасы. Таркалу законының статистик характеры. Таркалуның сәбәбе нәрсәдә соң? Гибридлаштырганда ни өчен тотрыклы гибридлар барлыкка килми, бәлки таркалу сан ягыннан һәрвакыт билгеле бер чагыштырмада күзәтелә? Таркалу күренешен аңлату өчен, Мендель гаметалар сафлыгы гипотезасын тәкъдим иткән. Ул шуннан соңгы цитологик тикшеренүләрдә тулысынча расланды.

Җенси үрчегәндә буыннар арасындагы бәйләнешне җенес күзәнәкләре (гаметалар) башкара. Теге яки бу билгенең үсе-

шен билгели торган материаль нәселдәнлек факторларын — *геннарны,* күрәсең, гаметалар йөртә. Доминант билгене йөртүче генны алфавитның берәр баш хәрефе белән (мәсәлән, *A*) һәм аңа туры килә торган рецессив генны кечкенә хәреф (кечкенә *a*) белән билгелик. *A* һәм *a* геннарын йөртүче гаметалар кушылуын тапкырлау тамгасы белән күрсәтик: $A \times a = Aa$. Күрүебезчә, нәтиҗәдә килеп чыккан гетерозигота форманың (F_1) доминант генны да, рецессив генны да (*Aa*) йөртүе ачык күренә. Гаметалар сафлыгы гипотезасы гибрид (гетерозигота) затларда җенес күзәнәкләре саф, ягъни аларда ата-ана парыннан берәр ген булуын раслый. Бу исә *Aa* гибридында *A* генлы (доминант ген) һәм *a* генлы (рецессив ген) гаметалар тигез санда килеп чыга дигән сүз. Алар арасында нинди оештырмалар булырга мөмкин? Дүрт комбинация булу ихтималы ачык. Аны түбәндәге схема белән аңлатырга мөмкин (♂ билгесе — ата гаметаны, ♀ билгесе ана гаметаны күрсәтә).

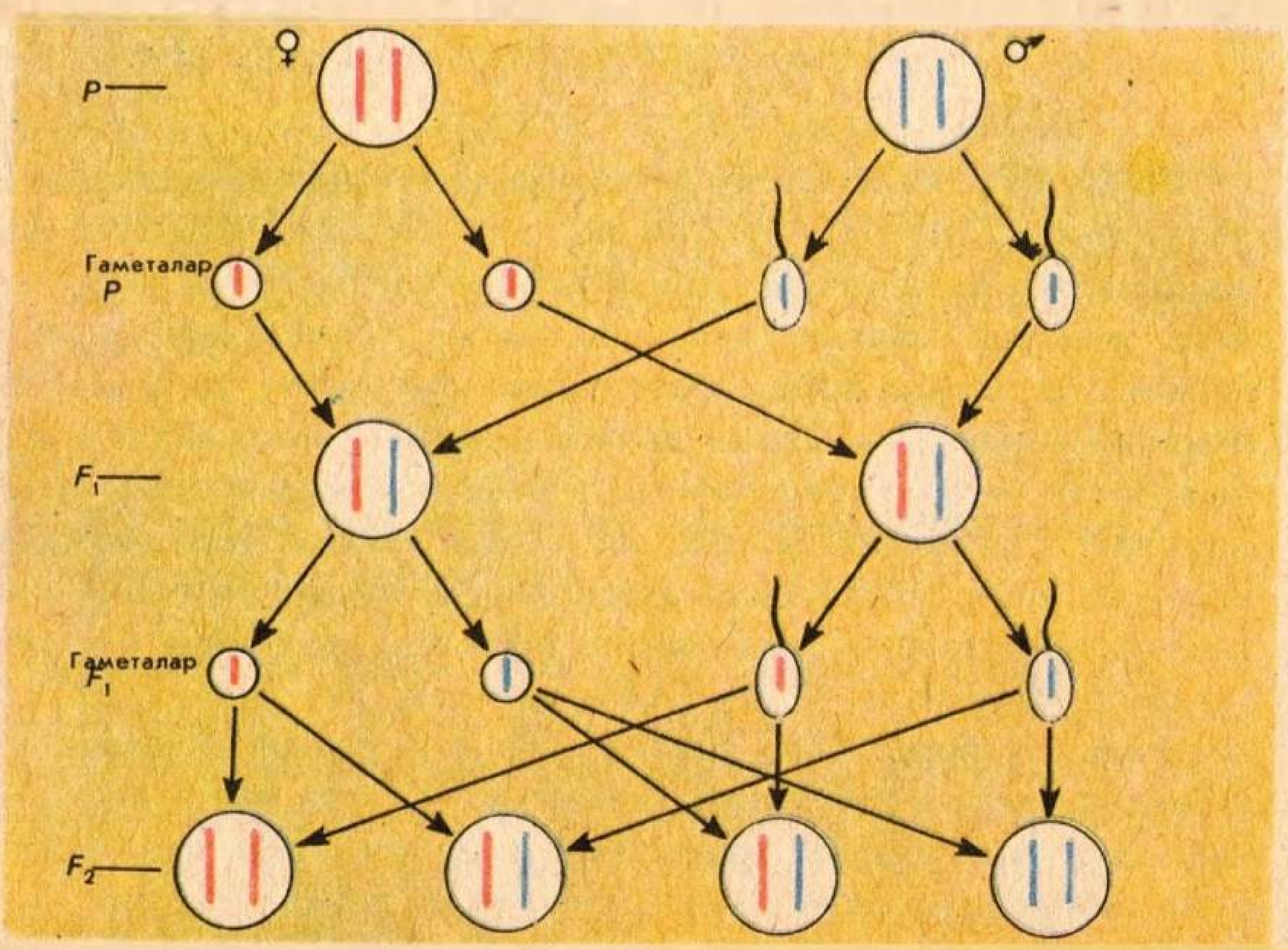
♀ \ ♂	*A*	*a*
A	*AA*	*Aa*
a	*aA*	*aa*

Шушы дүрт комбинация нәтиҗәсендә түбәндәге оештырмалар килеп чыга: *AA, Aa, aA* һәм *aa,* яки башкача *AA,* 2*Aa* һәм *aa*. Баштагы өч оештырма доминант билгеле затларны, ә дүртенчесе рецессив билгеле затларны бирер. Гаметалар сафлыгы гипотезасы таркалуның сәбәбен һәм шул чакта аларның сан ягыннан чагыштырмаларын канәгатьләнерлек итеп аңлата. Шуның белән бергә, гибридларның өченче һәм аннан соңгы буыннарындагы доминант билгеле затларның таркалуында аермалар килеп чыгуның сәбәпләре дә ачыклана. Доминант билгеләре булган затлар үзләренең нәселдәнлек табигатьләре буенча бертөрле түгелләр. Өчесенең берсе (*AA*), күрәсең, бер генә сорт (*A*) гаметаларын бирер һәм, димәк, үзеннән серкәләнгәндә яки үзе кебекләр белән кушылганда таркалмас. Калган икесе исә (*Aa*) ике сорт гаметаларын бирер һәм аларның нәселендә, икенче буын гибридлары кебек үк чагыштырмада, таркалу булыр. Тулы доминирлау булмаганда һәм гибридлар арадаш характерда булганда, *Aa* составлы нәселдәнлек затлары гомозигота формалардан нәселдәнлек структурасы белән генә түгел, бәлки тышкы билгеләре белән дә аерылалар.

Гаметалар сафлыгы гипотезасына нигезләнеп, без гомозигота һәм гетерозигота төшенчәләрен киңәйтә алабыз. *Билгеләрнең бирелгән парлары буенча гомозиготалар дип бары тик бер генә сорт гаметалар барлыкка китерә торган һәм шунлыктан үзеннән серкәләнгәндә яки үзенә охшашлар белән кушылганда нәселдә таркалу бирми торган затларны атыйлар. Гетерозиготалар (шушы парның төрле геннарын йөртә торган) төрле гаметаларны бирәләр, һәм шунлыктан аларның нәселләрендә таркалу күзәтелә.*

Гаметалар сафлыгы гипотезасы таркалу законын төрле геннар йөртә торган гаметаларның очраклы оештырмалары нәтиҗәсе булганлыгын раслый. Бер үк сандагы гаметаларның тереклек сәләте һәм аларның саны тигез булган шартта, *А* генын йөртә торган бер гаметаның *А* яки *а* геннарын йөртә торган икенче гамета белән кушылу ихтималы бертигез.

Гаметалар кушылу очраклы рәвештә булганда гына гомуми нәтиҗә закончалыклы булып чыга. Монда гаметаларның күп



104. Моногибрид таркалуның цитологик нигезләре.
Доминант билгеле геннарны йөртүче хромосомалар — кызыл төстә, рецессив билгеле геннарны йөртүче хромосомалар — зәңгәр төстә.

санлы очрашу ихтималлыгын билгели торган статистик закончалык күренә. Төрле гаметаларның очрашу ихтималлыгы тигез булу белән билгеләнә торган статистик закончалыкка элек карап үтелгән таркалу законы (Мендельнең беренче законы) керә. Әйтелгәннәрдән шул аңлашыла: моногибрид кушылу булганда 3:1 гә чагыштырмасын тулы (доминирлау очрагында), яки 1:2:1 гә чагыштырмасын (доминирлау тулы булмаганда) статистик күренешләргә нигезләнгән закончалык итеп карарга кирәк.

Нәселдән нәселгә күчү закончалыкларының цитологик нигезләре. Мендель гаметалар сафлыгы гипотезасын формалаштырган вакытларда митоз, гаметаларның үсеше, мейоз турында бернәрсә дә билгеле булмаган. Хәзерге вакытта цитологиядәге уңышлар нәтиҗәсендә, Мендель законнары нык цитологик база алды.

Үсемлек һәм хайваннарның һәр төре билгеле сандагы хромосомаларга ия (218 бит). Соматик күзәнәкләрдә барлык хромосомалар (җенес хромосомаларыннан тыш) парлы.

Гадилек өчен, без өйрәнә торган организмның бары тик бер генә пар хромосомасы бар (104 рәсем), ә геннар — хромосомаларның билгеле бер өлешләре дип алыйк. Парлы геннар гомологик хромосомаларда урнашкан. Мейоз процессында гаметаларда гомологик хромосомаларның һәр парыннан берәрсе генә кала, димәк, аларда һәр пардан берәр генә ген була. Хромосомаларның диплоид җыелмасы барлыкка килгәндә, зиготада хромосомаларның һәм аларда тупланган геннарның парлылыгы яңадан торгызыла. Әгәр баштагы ата-ана формалары гомозиготалы булып, аларның берсе доминант геннар йөртә торган хромосомалы, ә икенчесе рецессив геннар йөртә торган хромосомалы булса, беренче буын гибриды гетерозигота булачагы аңлашыла. Гетерозиготада җенес күзәнәкләре җитлеккәндә, мейоз процессында гомологик хромосомалар аерылып, төрле гаметаларга эләгәләр, димәк, гаметаларга һәр пардан берәр генә ген күчә.

Белгәнегезчә, организмның үсеше процессында күзәнәк бүленгәндә хромосомалар икеләтә артып тора (215 бит). Аның алдыннан ДНК молекулалары икеләтә арта һәм, димәк, геннар да икеләтә арта.

Аллель геннар. Моногибрид кушылу вакытында нәселдән нәселгә күчү закончалыклары турында без танышкан материал генетиканы өйрәнүне дәвам итү өчен кирәкле кайбер төп тө-

шенчәләрне билгеләргә мөмкинлек бирә. Борчакта, төн гөлендә һәм башкаларда булган билгеләрнең нәселдән нәселгә күчү мисалларында бер-берсен юкка чыгаручы билгеләрнең үсешен бирә торган геннарның пар хасил итүләре күренә. Мәсәлән, борчак орлыкларының сары һәм яшел төс геннары, төн гөленең ак төс гены белән кызыл төс гены һәм башкалар шундый парларга керәләр. *Пар геннарны аллель геннар дип атыйлар.* Димәк, борчак орлыкларының сары һәм яшел төс геннары — аллель геннар (аллельләр). Аллель геннар гомологик, ягъни парлы хромосомаларда урнашалар, нәтиҗәдә мейоз вакытында алар төрле гаметаларда булып чыгалар.

1. Беренче буын гибридларының билгеләре бертөрлелегенең цитологик нигезләре нинди? 2. Икенче буында билгеләр таркалуның цитологик нигезләре нинди? 3. Мөгезле эре терлекнең мөгезсезлек (мүкләклек) гены мөгезлелек геныннан өстенлек итә. Гетерозиготалы үгез белән гетерозиготалы мүкләк сыерны кушылдырудан нинди нәтиҗә көтәргә мөмкин? Гомозиготалы мүкләк сыер белән кушканда? Мөгезле сыер белән мөгезле үгездән мүкләк бозау туарга мөмкинме? 4. Гаметалар сафлыгының цитологик нигезләре нидән гыйбарәт? 5. Аллель геннар дип нинди геннар атала? 6. «Гомозигота» һәм «гетерозигота» дигән төшенчәләрне аңлатыгыз.

55. Дигибрид кушылдыру. Менделънең икенче законы

Моногибрид кушылдыруны тәҗрибәдә ансат үткәрергә мөмкин. Ләкин табигый шартларда кушылу, гадәттә, күп билгеләре белән аерылып торган затлар арасында бара. Мондый катлаулы очракларда билгеләрнең нәселдән нәселгә күчү закончалыклары ниндиләр соң? Бу сорауга җавап бирү өчен, *дигибрид кушылуны,* ягъни ике пар билге буенча аерыла торган ата-ана формаларының кушылуын тикшерик. Мисал итеп, борчакның Мендель өйрәнгән төрле сортларын яңадан алып карыйк. Тәҗрибә нәтиҗәләре 105 рәсемдә күрсәтелгән.

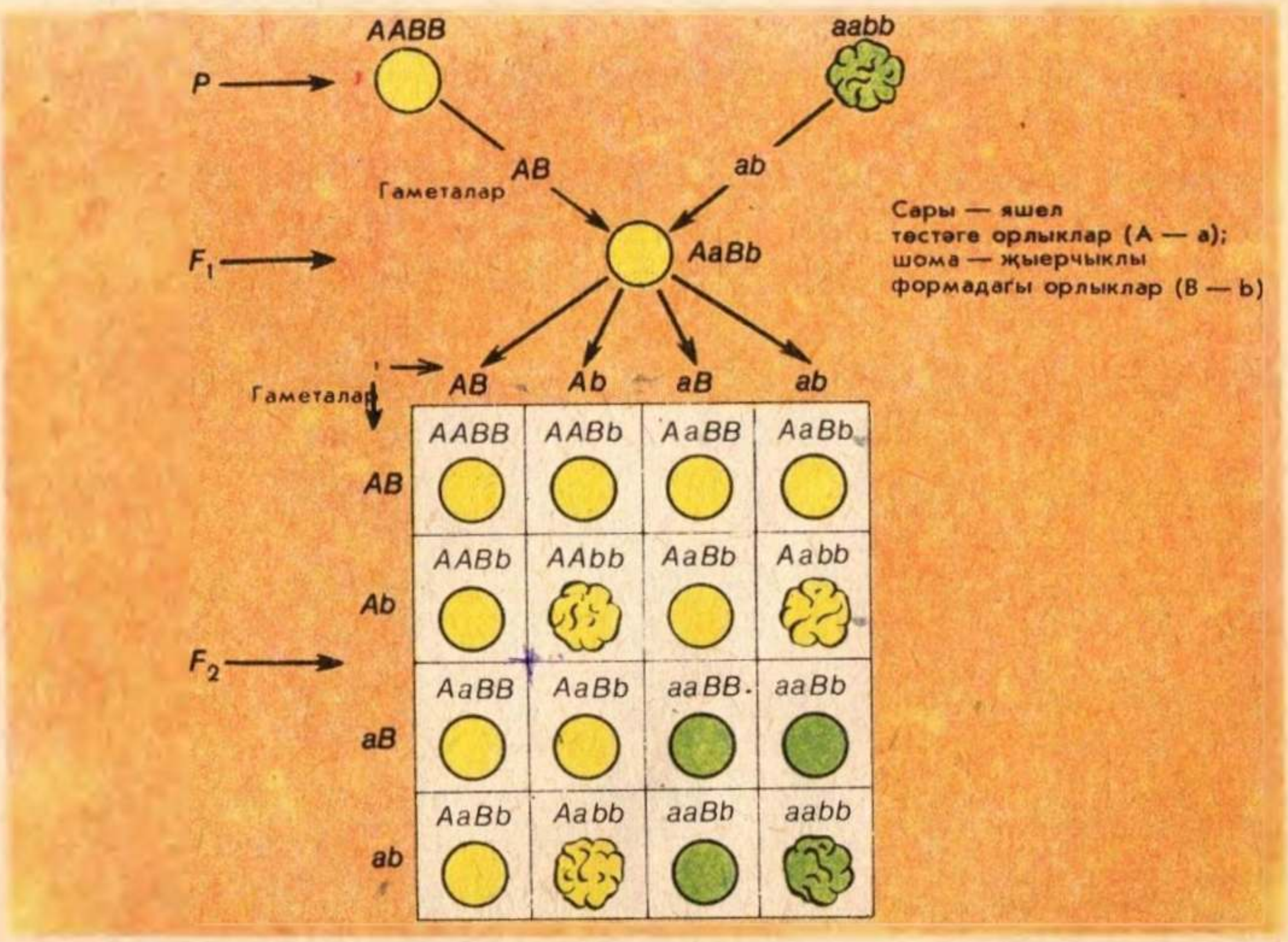
Кушу өчен төп формалар итеп, бер яктан, сары һәм шома орлыклы борчак сорты, икенче яктан, яшел һәм җыерчыклы орлыклы сорт алына. Мондый кушылдыруда без аллель геннарның төрле парлары белән эш итәбез. Бер пар аллельдә орлыкларның төс геннары, икенчесендә орлыкларның форма геннары була.

Әгәр кушу өчен гомозигота формалар алынса, гибридларның беренче буынындагы барлык затларның орлыклары сары

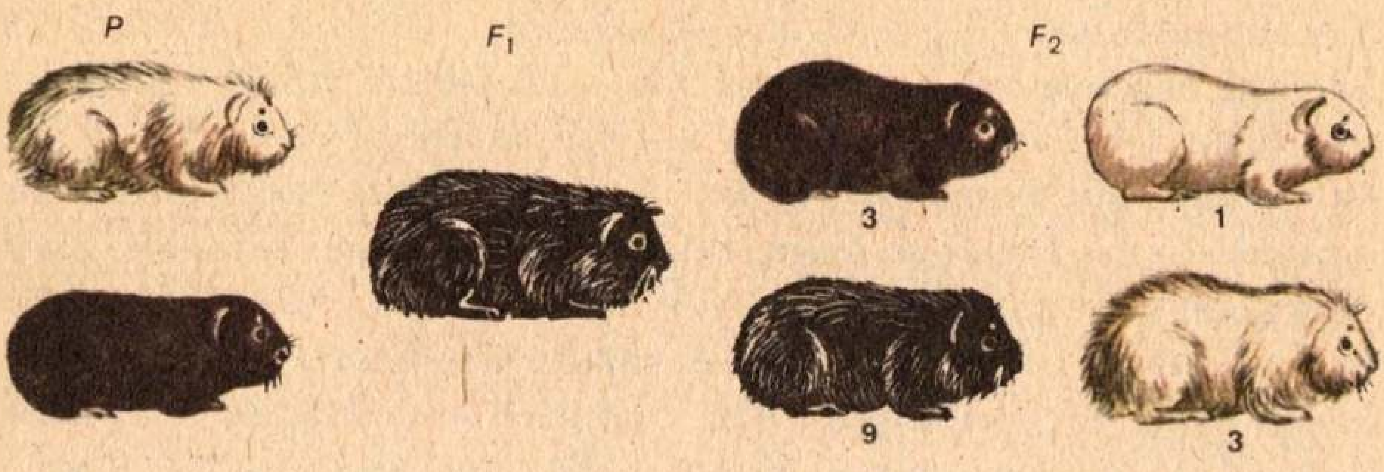
һәм шома була — бертөрлелек кагыйдәсенә буйсына. Димәк, геннарның беренче парында сары төс — доминант, яшел төс рецессив була (A — a). Геннарның икенче парында (аны B — b дип билгелик) орлыкларның шома формасы җыерчыклыларыннан өстенлек итә. Беренче буын гибридлары үзләреннән яки үзара серкәләнгәндә алар биргән үрчемдә таркалу барлыкка килә. Фенотип буенча затларның төрле чагыштырмадагы дүрт төркеме хасил була: 9 сары шома (AB) орлыкка җыерчыклы 3 сары орлык (Ab), 3 яшел шома орлык (aB) һәм җыерчыклы 1 яшел (ab) орлык туры килә. Бу таркалуны кыскача формула белән күрсәтергә мөмкин:

$$9AB : 3Ab : 3aB : 1ab$$

Кушылу һәм таркалуның барышын тагы да тулырак тикшереп карыйк (105 рәсем). Кабул ителгән символлардан файдаланып, башлангыч гомозиготалы ата-ана формаларының генотипларын $AABB$ һәм $aabb$ дип алыйк. Белгәнегезчә, мейоз процессында барлыкка килә торган җенес күзәнәкләре һәр аллель



105. Борчакның дигибрид кушылуы.
Ата-ананың төп формалары ике аллель пар буенча аерыла.



106. Диңгез күселәрен дигибрид кушылдыру.
Ике пар аллель буенча — төсе һәм йон характеры белән аерыла торган ике токым диңгез күселәренең кушылуы һәм таркалуы (9:3:3:1).

пардан берәр ген йөртә, ягъни ата-ананың бер формасында гаметалар — *AB*, икенчесендә *ab* була. Аталану нәтиҗәсендә *AaBb* генотиплы гибрид барлыкка килә. Бу гибрид ике аллель пар буенча гетерозиготалы була, ләкин аңарда *A* һәм *B* геннары булганлыктан, фенотип буенча ул ата-ананың берәрсенә охшар. Беренче буынның ике билге буенча гетерозиготалы дигибридларында нинди гаметалар килеп чыкканын белсәң, икенче буында булачак таркалу нәтиҗәләрен алдан әйтергә мөмкин. Гаметада һәр аллель пардан бер генә ген була алганлыктан (гаметалар сафлыгы гипотезасы), ике билге буенча булган гетерозиготаларда гаметаларның дүрт сорты: *AB*, *Ab*, *aB*, һәм *ab* булырга тиешлеге аермачык. Төрле ата-анадан булган шушы гаметаларның теләсә кайсы пары арасында үзара очрашу ихтималлыгы бертигез. Дүрт гаметадан икешәрләп 16 төрле комбинация булырга мөмкин. Аларның барысы да таблицада күрсәтелгән һәм хасил була торган барлык 16 генотип та шунда язылган. Шулай ук 16 квадратның барысында да шуңа туры килгән затларның фенотиплары ясалган. F_2 нең таркалу нәтиҗәсен бик ансат санап чыгарырга мөмкин (ул нәтиҗә югарыда китерелгән иде).

Бер-берләреннән ике яки берничә доминант билгеләре белән аерыла торган организмнар кушылганда, гибридларның икенче буынында F_2 килеп чыга торган төрле генотипларның саны фенотиплар санына караганда шактый күп була. Алда күрсәтелгәнчә, дигибрид кушылу вакытында таркалу дүрт төрле фенотип бирә. Аларның күпчелеге берничә генотиптан җыела. Сары һәм шома орлыклы борчаклар арасында дүрт төрле генотип, атап әйткәндә: гомозиготалар (*AABB*), орлыкларның төс билгесе буенча гетерозиготалар (*AaBB*), орлыкларның форма

билгесе буенча гетерозиготалар (*AABb*) һәм, ниһаять, һәр ике аллель пар буенча гетерозигота формалар (*AaBb*) яшеренә. Шулай итеп, бу фенотип дүрт төрле генотипны үз эченә ала. Җыерчыклы сары борчаклар ике генотиптан — *AAbb* гомозиготаларыннан һәм *Aabb* гетерозиготаларыннан тора. Ике генотип, атап әйткәндә *aaBB* һәм *aaBb*, шома яшел орлыклы фенотипка яшеренгән. Җыерчыклы яшел рецессив формалар һәрвакыт гомозигота булалар һәм бер *aabb* генотибыннан торалар. Шулай итеп, икенче буын гибридларында (F_2) төрле генотипларның саны тугыз булып чыга.

Дигибрид кушылуда F_2дәге төрле фенотиплар һәм генотипларның әле карап үтелгән санча чагыштырмалары тулысынча өстенлек алып торган аллельләр өчен дә дөрес. Нәселдән нәселгә күчү арадаш характерда булганда, фенотипик яктан аерыла торган формалар күбрәк була. Әгәр ике билге буенча да доминирлау тулы түгел икән, ул вакытта фенотипик яктан төрле төркемнәрнең саны генотипик яктан төрле төркемнәр санына тигез була.

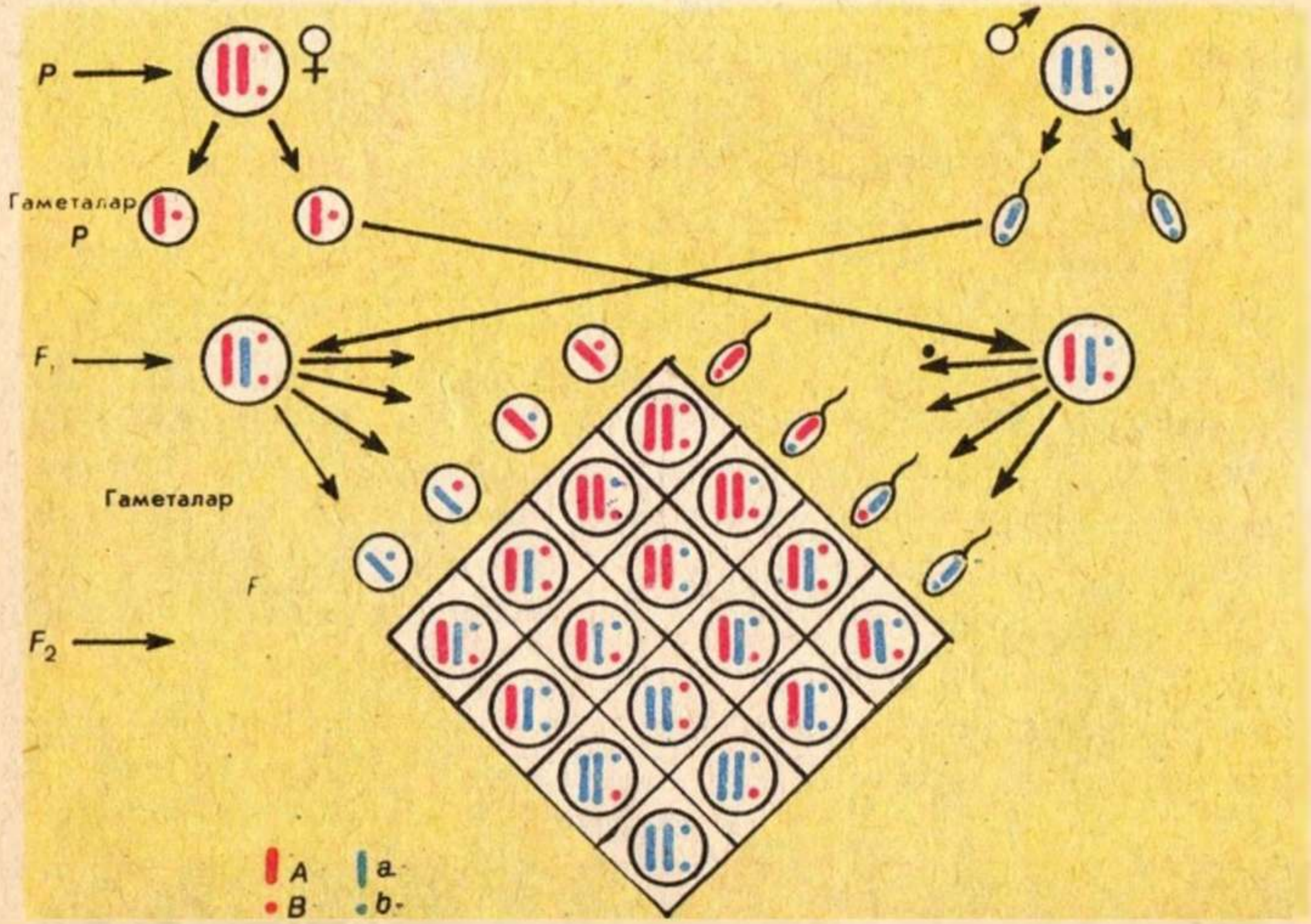
Дигибрид кушылуны хайваннар мисалында да күрергә мөмкин. [redacted] рәсемдә шома йонлы кара диңгез күселәре белән йөнтәс ак диңгез күселәренең дигибрид кушылуы күрсәтелгән. Бу очракта кара төс ак төстән, йөнтәс йон шома йоннан өстенлек итә. Таркалуның барышы, аңлатып тормыйча да, рәсемнән күренә (9:3:3:1).

Менделнең икенче законы. Дигибрид һәм моногибрид кушылуларның нәтиҗәләрен чагыштырыйк. Таркалу нәтиҗәләрен геннарның һәр пары буенча аерым-аерым карасак, моногибрид кушылу өчен характерлы булган чагыштырманың саклануын күрербез. Дигибрид таркалуда сары борчаклар (*A*) санының яшел борчаклар (*a*) санына чагыштырмасы 12:4 кә (3:1) тигез (248 бит). Шома орлыкларның (*B*) җыерчыклыларга (*b*) чагыштырмасы да шундый ук. Шулай итеп, дигибрид таркалу — асылда бер-беренә бәйсез бара торган ике моногибрид таркалу ул, алар бер-берсенә «тәңгәл килгәндәй» була. Аны алгебраик юл белән икебуынның квадраты кебек: $(3+1)^2=3^2+2\cdot3+1^2$, яки шул ук $9+3+3+1$ дип язарга мөмкин. Шулай итеп, без Мендель ачкан бик әһәмиятле икенче закон формулировкасына җиттек, аны *геннарның бәйсез бүленеше законы* дип атыйлар. Ул закон түбәндәгедән гыйбарәт: *һәр пар билгеләр буенча таркалу башка пар билгеләргә бәйсез рәвештә бара.*

1. Дигибрид кушылуда нинди кагыйдәләр һәм закончалыклар килеп чыга? 2. Мендельнең икенче законы ничек әйтелә? 3. Дигибрид кушылуның схемасын языгыз, аңардан икенче буында барлыкка килүче барлык генотипларны күчереп языгыз.

56. Дигибрид кушылуның цитологик нигезләре

Дигибрид кушылуның закончалыкларын җенес күзәнәкләре җитлеккәндә һәм аталанганда бара торган процесслар белән ничек бәйләргә? Бу мөнәсәбәтләр схемада аңлатыла 107 . Монда хромосомаларның диплоид җыелмасы ике гомологик пар белән бирелгән. Парлы хромосомаларда аллель геннар урнашкан. Таяксыман хромосомаларда — *A* һәм *a* геннары, шарсыман хромосомаларда *B* һәм *b* геннары. Мейоз нәтиҗәсендә хромосомаларның һәр гомологик парыннан гаметаларда берәр хромосома кала (схеманы карагыз). Аталану нәтиҗәсендә *AaBb* ның ике билгесе булган гетерозиготасындагы һәр пар хромосомаларда



107. Дигибрид кушылуның цитологик нигезләре.
Доминант геннар йөртә торган хромосомалар — кызыл төстә, рецессив геннар йөртә торганнары — зәңгәр төстә.

бер аллель парның төрле геннары булыр (схемада кызыл һәм зәңгәр). Мейоз вакытында беренче буын гибридында (F_1) төрле санда дүрт сорт гамета барлыкка килә. Бу исә конъюгация вакытында хромосомаларның үзара урнашуы очраклы характерда булуга бәйләнгән.

Мәсәлән, әгәр бер полюска таяксыман «зәңгәр» хромосома китә икән, икенче пардан я шулай ук «зәңгәр», я «кызыл» хромосома китү ихтималы бертигез. Икенче буын гибридларының F_2 аталануы һәм үсеше нәтиҗәсендә зиготаларның 16 категориясе хасил булу ихтималы бертөрле.

Мендель законнарыннан файдаланып, таркалуның тагын да катлаулырак очракларын — өчәр, дүртәр һәм күбрәк сандагы пар билгеләре буенча аерылып торган гибридлар өчен дә — аңлатырга мөмкин.

Нигездә һәрвакыт 3:1 гә чагыштырмасындагы моногибрид таркалу ятар (доминирлау булганда). Икеле гибридлар өчен ул — $(3:1)^2$, өчле гибридлар өчен — $(3:1)^3$, n дәрәҗәле гибридлар өчен $(3:1)^n$ булыр. Ата-ана формалары арасындагы аермалар өч төрле аллельнең (аларны шартлы рәвештә *ABC* һәм *abc* дип билгелик) өч генына кайтып калган өчле гибридлар өчен беренче буындагы өчле гетерозиготаның нәселдәнлек формуласы *AaBbCc* булыр. Гаметалар сафлыгы кагыйдәсенә нигезләнеп, F_2 дә өчле гетерозиготаның таркалу күренешен күз алдына китереп карагыз.

!

1. Беренче буын гибридлары бертөрлелегенең һәм дигибрид кушылуның икенче буынында билгеләр таркалуның цитологик нигезләре нинди? 2. Томатларда җимешләрнең түгәрәк формасы (*A*) — грушасыман формадан (*a*), җимешләрнең кызыл төсе (*B*) сары төстән (*b*) доминирлый. Генетик формулалардан файдаланып, түбәндәге кушылдыруларның барышын языгыз: кызыл йомры җимешле үсемлек сары грушасыман җимешле үсемлек белән кушылдырылган. Яңа буында барлык үсемлекләр кызыл түгәрәк җимешләр биргән. Ата-ананың, гибридларның генотиплары нинди булыр? Формулаларын языгыз. 3. Ата-ана фенотиплары алдагы тәҗрибәдәге кебек үк, әмма нәтиҗә башкача. Гибридлар арасында үсемлекләрнең 25% ы — кызыл түгәрәк җимешләр, 25% ы — кызыл грушасыман җимешләр, 25% ы — сары түгәрәк җимешләр, 25% ы сары грушасыман җимешләр (1:1:1:1 чагыштырмасында) бирә. Ата-ананың һәм гибридларның генотиплары нинди? 4. Ата-ана фенотиплары шулар ук, әмма таркалу нәтиҗәсе башкача. Яңа буында үсемлекләрнең 50% ы — кызыл түгәрәк җимешләр һәм 50% ы кызыл грушасыман җимешләр бирә. Ата-ананың генотиплары нинди? Гибридларның генотиплары нинди?

▲

57. Билгеләрнең нәселгә тоташып күчү күренеше һәм җенес генетикасы

Нәселгә тоташып күчү. Геннарның бәйсез бүленеше (Мендельнең икенче законы) төрле аллельләргә караган геннарның гомологик хромосомаларның төрле парларында урнашуына нигезләнгән. Моннан шундый сорау туа: бер үк пар хромосомаларда булган төрле (аллель булмаган) геннар киләчәк буыннарда ничек урнашырлар? Геннарның саны хромосомалар санынынан күп тапкырлар артык булганлыктан, мондый күренеш булырга тиеш. Күрәсең, бер үк хромосомадагы геннарга карата бәйсез бүленеш законын (Мендельнең икенче законын) кулланып булмый. Бу закон төрле аллель геннары төрле хромосомаларда булган очраклар белән генә чикләнә.

Геннар бер хромосомада булганда, билгеләрнең нәселдән нәселгә күчү закончалыклары Т. Морган һәм аның мәктәбе тарафыннан бик җентекләп өйрәнелгән. Тикшеренүләрнең төп объекты кечкенә җимеш чебене дрозофила 108 була. Бу бөҗәк генетик эш өчен бик уңайлы. Аны лаборатория шартларында үстерү җиңел, ул үрчемле, оптималь 25—26° С температура булганда, һәр 10—15 көн саен яңа буын бирә, аның нәселдәнлек билгеләре күп санлы һәм төрле-төрле, хромосомалар саны аз (диплоид җыелмада — 8).

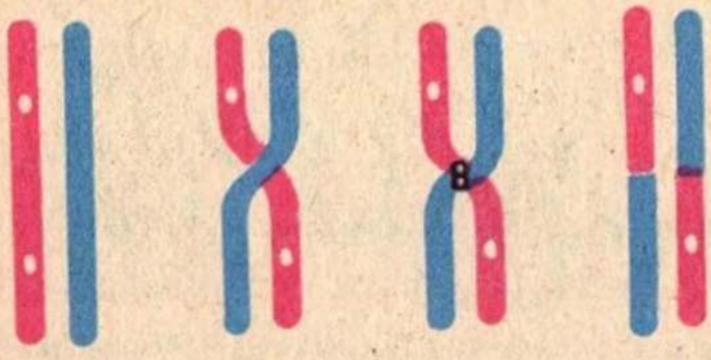
Тәҗрибәләр бер хромосомада тупланган геннарның тоташканлыкларын, ягъни, бәйсез урнашмыйча, нәселдән нәселгә күбесенчә бергәләп күчүләрен күрсәтә. Моны конкрет мисалда тикшереп китик. Әгәр соры гәүдәле һәм нормаль канатлы дрозофиланы кара гәүдәле һәм кыска канатлы дрозофила белән кушылдырсак, гибридларның, беренче буынында барлык чебеннәр дә соры төстә һәм нормаль канатлы була. Бу — ике аллель пар буенча (соры гәүдә — кара гәүдә һәм нормаль канатлар — кыска канатлар) гетерозигота. Кушылдыру үткәрик. Дигетерозиготалы (соры гәүдә һәм нормаль канатлар) чебеннәрнең аналарын рецессив билгеләре — кара гәүдә һәм кыска канатлар — булган аталары белән кушылдырыйк. Мендельнең икенче законыннан чыгып, чебеннәр нәселендә дүрт фенотип алыначагын көтәргә мөмкин булыр иде: 25% нормаль канатлы соры чебеннәр, 25% кыска канатлы соры чебеннәр, 25% нормаль канатлы кара чебеннәр, 25% кыска канатлы кара чебеннәр.

Соңгы ике форма — хромосомалары аркылы кисешү аркасында, ата-ана формаларының билгеләре яңача аралашу нәтиҗәсе

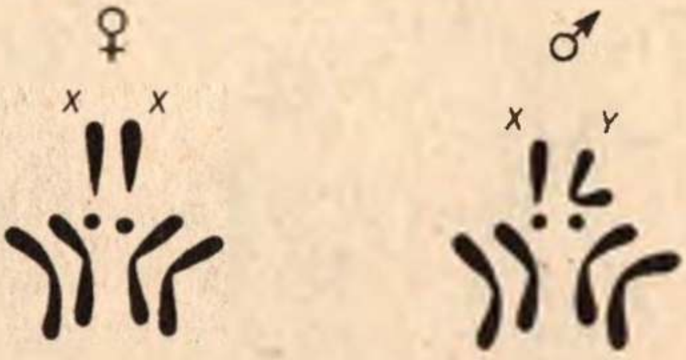
108. Дрозофила чебененең төрле нәселдәнлек формалары.

Чынында исә тәҗрибәдә билгеләрнең баштагы комбинацияләре булган чебеннәр (соры гәүдә — нормаль канатлар, кара гәүдә — кыска канатлар), яңача комбинациядәге билгеләре булган чебеннәргә караганда (соры гәүдә — кыска канатлар һәм кара гәүдә — нормаль канатлар), шактый күп (бу тәҗрибәдә 41,5әр %). Алар һәр типның нибары 8,5әр % ы булыр **108**. Бу мисалда соры гәүдә — нормаль канат һәм кара гәүдә — кыска канат билгеләрен булдыручы геннарның нәселдән нәселгә күбесенчә бергә күчүен, икенче төрле әйткәндә, үзара тоташканлыгын күрәбез. Бу тоташу геннарның бер үк хромосомада туплануының нәтиҗәсе булып тора. Шуңа күрә мейоз вакытында бу геннар бер-береннән аерылмый һәм нәселгә бергә күчә. *Бер хромосомада тупланган геннарның тоташу күренеше Морган законы исемендә танылган.*

Шулай да ни өчен икенче буын гибридлары арасында ата-ана билгеләренең яңа комбинацияләрен йөрткән затлар аз санда була? Геннарның тоташуы ни өчен абсолют түгел? Тикшеренүләр шуны күрсәтте: геннарның бу яңача урнашуы мейоз процессында гомологик хромосомалар конъюгацияләнгәндә (223 бит) аларның кайчакта үзара өлешләрен алмашуларыннан килеп чыга, яки, башкача әйткәндә, алар арасында аркылы кисешү була **110**. Башта ике гомологик хромосоманың берсендәге геннар бу вакытта төрле гомологик хромосомаларда булып чыга. Алар анда яңача урнашалар. Аркылы кисешү ешлыгы төрле геннар өчен төрлечә булып чыга. Бу алар арасындагы ераклыкка бәйле. Хромосомада геннар никадәр якынрак урнашса, аркылы кисешү вакытында алар шулкадәр сирәгрәк аерылалар. Ул менә ни өчен шулай килеп чыга: хромосомалар төрле



109. Хромосомаларның аркылы кисешү схемасы.
Бер хромосомада урнашкан ике ген (кызыл хромосомада ак түгәрәкләр), аркылы кисешү нәтиҗәсендә, төрле гомологик хромосомаларда булып чыга.



110. Ана дрозофиланың һәм ата дрозофиланың хромосома җыелмалары.

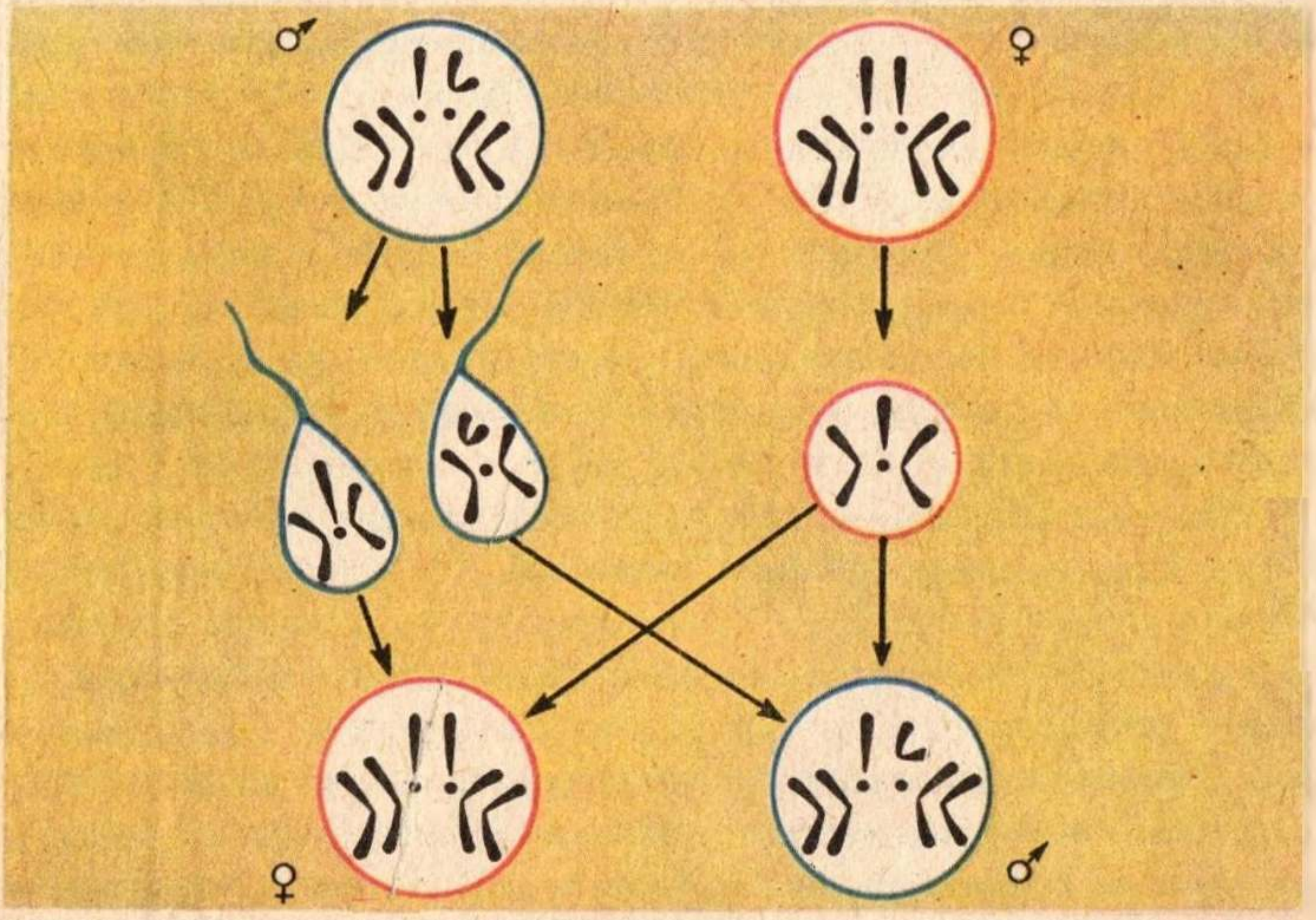
өлешләрен алмашалар һәм якын урнашкан геннарның бергә булу ихтималлыгы күбрәк. Шушы закончалыктан чыгып, генетик яктан яхшы өйрәнелгән организмнар өчен хромосомаларның генетик карталарын төзергә мөмкин булды, аларда геннар арасындагы чагыштырмача ераклык күрсәтелгән.

Хромосомаларның аркылы кисешүенең биологик әһәмияте бик зур. Шуның аркасында геннарның яңа нәселдәнлек комбинацияләре барлыкка килә, табигый сайланыш өчен материал бирә торган нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге арта.

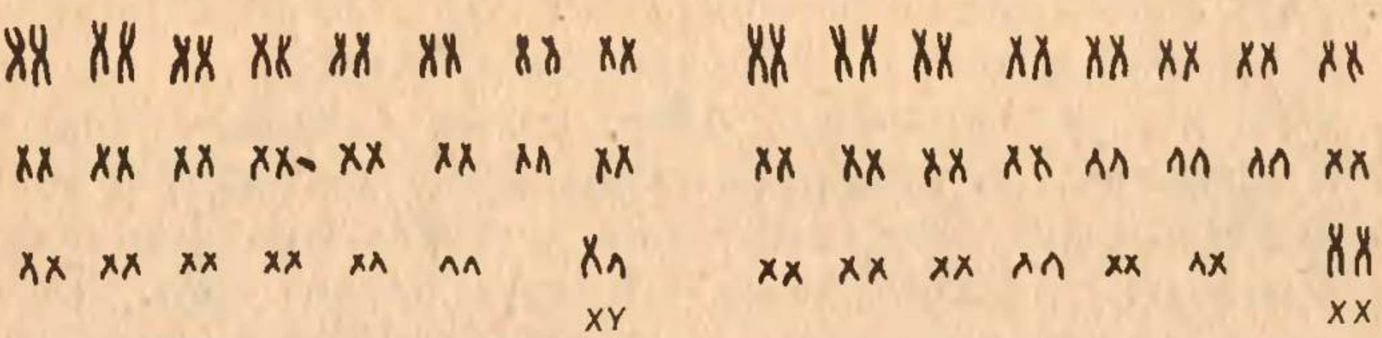
Җенес генетикасы. Аерым җенесле организмнарда (шул исәптән кешедә дә) гадәттә җенесләр чагыштырмасы 1:1 булуы бик яхшы билгеле. Үсеш вакытында организмның җенесен нинди сәбәпләр билгели? Теоретик һәм практик әһәмияте зур булганлыктан, бу сорау кешене элек-электән кызыксындырган. Аерым җенесле организмнарның күпчелегендә ата һәм ана затларның хромосома җыелмасы бертөрле түгел. Бу аермалар белән дрозофиланың хромосомалар җыелмасы мисалында танышыйк 110. Хромосомаларның өч пары буенча ата һәм ана чебеннәр бер-берләреннән аерылмыйлар. Ә бер парда шактый зур аермалар бар. Ана чебендә ике бертөрле (парлы) таяксыман хромосома була; ата чебендә андый хромосома бер генә, аның парын ике җилкәле махсус хромосома тәшкил итә. Ата һәм ана чебендә аермасы булмаган хромосомаларны *аутосомалар* дип йөртәләр. Ата һәм ана чебеннәрне бер-берсеннән аерган хромосомалар *җенес хромосомалары* дип атала. Шулай итеп, дрозофиланың хромосома җыелмасы алты аутосомадан һәм ике җенес хромосомасыннан тора. Ана чебендә ике, ата чебендә бер генә булган таяксыман җенес хромосомасын *X*-хромосома дип, ә ата че-

бендәге җенес хромосомасының икенчесен (ана чебендә булмаган ике җилкәлесен) *Y*-хромосома дип атыйлар.

Ата һәм ана затларның хромосомалар җыелмасындагы җенес аерымлыклары үрчү процессында ничек саклана соң? Бу сорауга җавап бирү өчен, хромосомаларның мейозда һәм аталанган вакытта үз-үзләрен ничек тотуларын белергә кирәк. Бу вакытта бара торган процессларның асылы 111 рәсемдә күрсәтелгән. Җенес күзәнәкләре җитлеккәндә, ана чебеннең һәр күкәй күзәнәге мейоз нәтиҗәсендә дүрт хромосомадан торган гаплоид җыелма: өч аутосома һәм бер *X*-хромосома ала. Ата затларда тигез санда ике сорт сперматозоидлар барлыкка килә. Аларның бер сорты — өч аутосома һәм *X*-хромосома, икенчеләре өч аутосома һәм *Y*-хромосома йөртәләр. Аталанган вакытта ике комбинациянең дә булу ихтималы бертигез. Күкәй күзәнәк *X*-хромосомалы яки *Y*-хромосомалы спермий белән аталанырга мөмкин. Беренче очракта аталанган күкәй күзәнәктән — ана чебен, икенче очракта ата чебен үсә. *Организмның җенесе аталанган моментта билгеләнә һәм зиготаның хромосома җыелмасына бәйле була.*



111. Дрозофилаларда җенес билгеләнү механизмы.
Ата чебендә ике категория гаметалар барлыкка килә: аларның берсе гаплоид җыелмада — *X*-хромосома, икенчесе *Y*-хромосома йөртә.



112. Ир кешедә (сулда) һәм хатын-кызда (уңда) хромосомалар комплексы. Ир кешедә *X*-һәм *Y*-хромосомалар, хатын-кызда ике *X*-хромосома күренә.

Кешедә җенес билгеләүче хромосома механизмы дрозофиладагы кебек үк. Кешенең диплоид хромосомалар саны — 46. Бу санга 22 пар аутосома һәм ике җенес хромосомасы керә. Хатын-кызларда бу — ике *X*-хромосома, ирләрдә — бер *X*-һәм бер *Y*-хромосома [redacted]. Шуңа тиңдәшле рәвештә ирләрдә *X*-һәм *Y*-хромосомалы ике сорт сперматозоидлар барлыкка килә.

Аерым җенесле кайбер организмарның (мәсәлән, кайбер бөҗәкләрнең) *Y*-хромосомасы гомумән булмый. Мондый очракта ата организмда бер хромосома ким: *X*-һәм *Y*-хромосома урынына аңарда бер генә *X*-хромосома була. Мейоз процессында ата гаметалар барлыкка килгәндә, *X*-хромосоманың конъюгация өчен пары булмый, һәм ул күзәнәкләрнең берсенә китә. Нәтиҗәдә барлык сперматозоидларның яртысы *X*-хромосомалы, ә икенче яртысы ансыз була. Күкәй *X*-хромосомалы спермий белән аталанганда, ике *X*-хромосомалы комплекс барлыкка килә һәм андый күкәйдән ана организм үсә. Әгәр күкәй күзәнәк *X*-хромосомасыз спермий белән аталанса, ул чакта (ана организмнан күкәй күзәнәк аша алынган) бер *X*-хромосомалы организм, ягъни ата организм үсә.

Югарыда каралган мисалларның барысында да ике категория спермийлар җитешә: я *X*-һәм *Y*-хромосомалы (дрозофила, кеше) я спермийларның яртысы *X*-хромосома йөртә, ә икенче яртысында җенес хромосомасы бөтенләй булмый. Күкәй күзәнәкләр җенес хромосомаларына карата бар да бертөрле. Бу очракларның барысында да ата җенес *гетерогаметалы* (төрле гаметалы), ана җенес исә *гомогаметалы* (тигез гаметалы) була. Шулар белән рәттән табигатьтә җенес билгеләнүнең икенче тибы да очрый, ул ана гетерогаметалылык белән характерлана. Монда без әле генә танышкан чагыштырмаларның киресе була. Ана җенескә төрле җенес хромосомалары яки бары тик бер *X*-хромосома гына хас. Ата җенестә исә ике бертөрле *X*-хромосома була. Бу

очракларда, күрәсең, ана гетерогаметалылык урын алыр. Мейоздан соң ике сорт күкәй күзәнәкләр барлыкка килә, ә хромосомалар комплексына карата спермийларның барысы да бертөсле (барысы да берәр *X*-хромосома йөртә). Димәк, яралгының җенесе нинди күкәй (*X*-яки *Y*-хромосомалы) аталануга карап билгеләнер.

Ана гетерогаметалылык кайбер бөҗәкләрдә, атап әйткәндә, күбәләкләрдә була. Умырткалы хайваннардан ул кошлар һәм сөйрәлүчеләр өчен характерлы.

1. Мендельнең икенче (бәйсез бүленеш) законы һәм Морганның тоташу законы аллель булмаган геннарның үзара урнашуының нинди формаларында тормышка ашырыла? 2. Бер хромосомада җыелган геннарның тоташуы нинди процесс нәтиҗәсендә җимерелә? 3. Җенесне билгеләүнең механизмы нидән гыйбарәт?

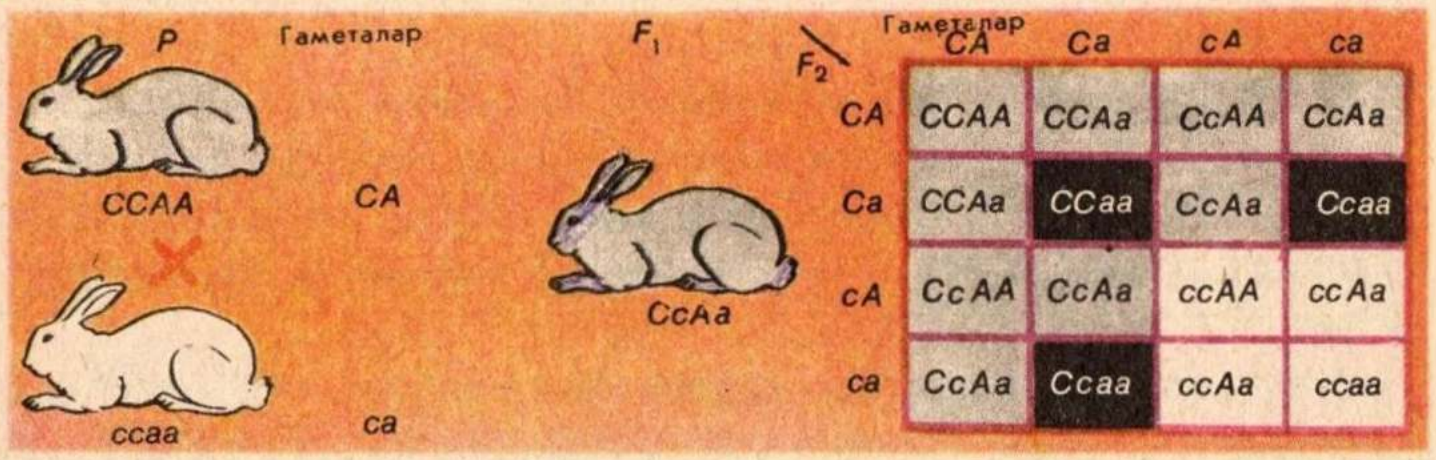
58. Бербөтен система буларак генотип

Геннарның үзара тәэсире. Кушылганда яңа билгеләр килеп чыгу. Югарыда каралган мисалларда геннар тәэсиренең чагыштырмача бәйсезлеге күренде. Борчак орлыкларының сары төс доминантлык итү гены орлыкларның шома формасы өстенлек иткән ген булганда да, орлыкларның аңа аллель җыерчыклы формасының рецессив гены булганда да, барыбер сары төс бирә. Диңгез күселәренең кара яки ак төс геннары йон үсешенең характерын билгеләүче геннарга бәйсез рәвештә тәэсир итә. Бу мисаллар белән танышканнан соң, сездә организмның генотибы бәйсез эш итүче аерым геннар суммасыннан тора икән дигән фикер туарга мөмкин. Мондый фикер дөрес түгел. Кайбер очракларда төрле геннарның тәэсире чагыштырмача бәйсез булса да, алар арасында күбесенчә төрле формада үзара тәэсир итешү бара.

Организмның билгесе үсешенә гадәттә күп геннар контрольлек итә.

Кроликларда йон төсенең кайбер формаларының нәселдән нәселгә күчүен тикшереп карыйк. Кроликларның һәм башка кимерүчеләрнең йон төсе бик төрле була. Генетик анализ шуны күрсәтә: кимерүчеләрдә йон төсенең үсеше күп кенә геннарның катнашуы белән бәйләнгән.

Әгәр гомозиготалы ак һәм соры кроликларны кушылдырсак, гибридларның беренче буынында барлык кроликлар да соры бу-



113. Кроликларны кушылдырганда дигибрид кушылуның һәм яңа билге барлыкка килүнең схемасы.

лыр. Монда гибридларның беренче буынының бертөрлелек кагыйдәсе һәм соры төснең ак төсне доминирлавы ачык күренә.

Бу гибридларны үзара кушылдырганда F_2 дә таркалу була, ул күп кенә очракларда, беренче карашка көтелмәгән, шундый нәтиҗә бирә: 9 соры кроликка 3 кара йонлы һәм 4 ак йонлы кролик туры килә. Нәсел башы ата-ана затлары арасында кара кроликлар юк иде, һәм F_2 дә аларның килеп чыгуы женси кушылдырып яңа билге барлыкка китерүгә мисал булып тора 113.

Тәҗрибәдә күзәтелә торган таркалу барышын ничек аңларга соң? Генетик анализ йонның төсе бу очракта аллель геннарның ике пары белән билгеләнүен күрсәтә. Аларның берсе (аны *C* — *c* дип билгелик) — төсләрнең төп гены булып тора. Ул доминант хәлдә (*C*) катнашса, караңгы төсләрдәге кроликлар туа, алар кара да, соры да булырга мөмкин. Бу ген (*c*) рецессив хәлдә булганда пигмент бөтенләй ясалмый һәм кроликлар ак булып туа. Аллель геннарның икенче пары да (*A* — *a*) бар, ул пигментның (әгәр ул пигмент булса) бүленеп урнашуына тәэсир итә. *A* гены йон бөртегендә пигментның тигез бүленмәвенә китерә, пигмент йонның төбендә җыйнала, ә йонның очы пигментсыз кала. Мондый кроликлар соры була. Бу парның рецессив аллеле (*a* гены) пигментның бүленүенә йогынты ясамый. Ике доминант (аллель булмаган) генлы кроликларның соры төстә килеп чыгачакларын аңлавы ансат: *C* (пигментның барлыгы) һәм *A* (пигментның йон төбендә җыелуы). *C* гены *a* белән туры килгән кроликлар тигез (кара) буялган булып чыгарлар. Ниһаять, рецессив *c* гены барлык очракларда да (*A* һәм *a* геннарының теләсә кайсысы белән туры килсә дә) йонның ак төсен билгеләр.

Безгә инде таныш булган дигибрид схема буенча йон төсенең нәселгә күчүе [113] рәсемдә күрсәтелгән.

Ак кроликлар, схемадан күренгәнчә, төрле генотипларга ия. Аларның кайберләре — саф рецессив генотипик составлы *ссаа*. Икенчеләрендә рецессив ген *с* белән бергә доминант ген *А* (гомо-яки гетерозиготалы) була. Бу кроликлар да ак, чөнки пигментны бүлүче *А* гены *С* гены булмаганда фенотипик чагылыш бирми.

Аллель булмаган геннарның үзара тәэсир итешү күренеше бик киң таралган.

Геннарның күпьяклы тәэсире. Организмның нәселдән килә торган билгеләренең күбесе бер генның гына түгел, бәлки күп геннарның контроле астында булуы алдагы мисалларда күренде. Шуның белән беррәттән, икенче күренеш тә урын алып тора. Еш кына ген организмның бер билгесенә генә түгел, бәлки берничә билгесенә тәэсир итә. Мисаллар китерик. Кызыл чәчәкле (нәселдән килә торган билге) үсемлекләрнең күбесенең сабакларында да кызыл пигмент була. Ак чәчәкле үсемлекләрнең сабаклары ямь-яшел була. Сужыяр (водосбор) үсемлегенең чәчәгенә кызыл төс бирүче ген күпьяклап тәэсир итә. Ул яфракларга шәмәхә төсмер бирә, сабакларның озынчалыгын һәм орлыкларның зур, массасын билгели. Хайваннар дөньясыннан да күп кенә шуңа охшаш мисаллар китерергә мөмкин. Генетик яктан тулы өйрәнелгән җимеш чебене дрозофиланың күзендә пигмент булмауны билгеләүче ген аның үрчүчәнлеген киметә, кайбер эчке органнарының төсенә йогынты ясый, гомерен кыска итә.

Хәзерге вакытта генетикада бик күптөрле үсемлекләрдә, хайваннарда, микроорганизмнарда нәселдәнлекне өйрәнү буенча җыелган бай материал геннарның күпьяклы тәэсире турында сөйли.

Геннарның үз араларындагы һәм күпьяклы тәэсиренә кагыла торган югарыда китерелгән фактлар һәм күзәтүләр организмның нәселдәнлек нигезе — генотипның табигате турындагы гомуми күзаллауны шактый тирәнәйтергә мөмкинлек бирә. Гибридларның киләчәк буыннарында таркалу факты генотипның геннардан торганлыгын һәм аларның бер-береннән аерылып китеп, бәйсез рәвештә нәселдән нәселгә күчә алуын расларга мөмкинлек бирә (Мендельнең икенче законын искә төшерегез). Шуның белән бергә, генотип ул — бербөтен һәм аны аерым геннарның гади механик суммасы итеп карарга ярамый. Генотипның төр эволюция-

се процессында тарихи килеп чыга торган бу бөтенлеге иң элек аның аерым компонентларының (геннарның) бер-берсе белән тыгыз бәйләнештә булуында чагыла. Организмда билгеләрнең үсеше күп геннарның үзара тәэсире белән билгеләнә, ә һәр ген организмның бер генә билгесе үсүгә түгел, бәлки әллә ничә билгесе үсүгә күпьяклы йогынты ясый. Организмның генотибы күзәнәкнең билгеле бер компонентларына, аның хромосома аппаратына, ДНКга, бәйләнгән.

! Геннарның күптөрле тәэсире нәрсәдә күренә?

59. Кеше генетикасы, аның медицинада һәм сәламәтлек саклаудагы әһәмияте

Безнең күп халыклы планетабызда бер-берсенә бик нык охшаган ике кеше булмый (бер күкәй күзәнәк игезәкләрен исәпкә алмаганда, 266 битне карагыз). Генетика позициясеннән чыгып тикшергәндә, бу төрлелекнең сәбәбен аңлау кыен түгел.

Кешедә хромосомалар саны (диплоид җыелмада) төгәл 46 (23 пар). Мәсәлән, әгәр ата-ана хромосомалары һәр парда берәр гены белән генә аерылса да, мөмкин булган генотипик комбинацияләрнең гомуми саны 2^{23} кә тигез булыр иде. Чынлыкта исә мөмкин булган нәселдәнлек комбинацияләренең саны шактый күбрәк булып чыга, чөнки безнең исәпләүдә гомологик хромосомалар арасындагы аркылы кисешү һәм гомологик парда бердән артык ген булу аерымлыклары исәпкә алынмады. Димәк, яралган чактан ук һәр кеше генетик яктан уникаль һәм үзенә бертөрле була.

Нәселдәнлек законнары шулай ук кешегә дә кагыла.

Кешелек дөньясы өчен практик әһәмияте гаять зур булу сәбәпле, кеше генетикасы белән кызыксыну соңгы унъеллыкта бигрәк тә артты. Кешедәге 2000 нән артык нормаль һәм патологик билгеләрнең нәселдән нәселгә ни рәвешле күчә баруы хәзерге көндә азмы-күпме дәрәҗәдә өйрәнелде инде. Нәселдәнлек факторларыннан килеп чыга торган кайбер авырулар барлыгы ачыкланды. Мондый авыруларны дөрес таный белүнең аларны булдырмый калуда һәм дәвалауда әһәмияте аеруча зур. Бу уңышларга ирешү мөмкинлеге кешене генетик тикшерү методлары эшләнгәннән соң гына туды.

Кешенең нәселдәнлеген өйрәнү методлары. Кешенең нәселдәнлеген өйрәнү шактый кыен. Кешегә эксперименталь генетика методларын кулланып булмавы үзеннән-үзе аңлашыла. Кеше акрын үрчи, һәм һәр гаиләдә балалар чагыштырмача аз санда була. Кеше генетикасында һәм кешеләрнең нәселдән килгән авыруларын өйрәнә торган медицина генетикасында нинди методлар кулланыла соң? Андый төп метод дүртәү: генеалогик, игезәкләрне өйрәнү, цитогенетик һәм биохимик методлар.

Аларның һәрберсенә кыскача характеристика биреп китик.

Генеалогик метод кешеләрнең нәселен мөмкин кадәр күбрәк буыннардан башлап өйрәнүдән гыйбарәт. Бу юл белән кешедәге күп кенә билгеләрнең нәселгә ничек күчүен, шул исәптән нәселдән килә торган күп кенә авыруларны да ачыкларга мөмкин булды. Кешедәге билгеләрнең, Мендель законы буенча, нәселдән нәселгә күчүенә менә берничә мисал.

Билгеләр	
доминант	рецессив
Бөдрә чәч (гетерозиготалы затларда дулкынлы)	Туры чәч
Чәч иртә коелу	Нормаль
Җирән түгел чәч	Җирән чәч
Коңгырт кара күз	Зәңгәр яки соры күз
Сипкел	Сипкел булмау
Кәрлә калу	Нормаль усү
Полидактилия (артык бармаклар үсү)	Бармаклар нормаль санда

Генеалогик метод кешедәге кайбер сәләтләрнең үсеше (мәсәлән, музыкага, математик фикер йөртүгә һәвәслек һ.б.ш.) нәселдәнлек факторлары белән билгеләнүен раслады. Музыкага булган сәләтнең әллә ничә буын дәвамында нәселдән нәселгә күчә баруын чагылдырган тарихи фактлар билгеле. Бахлар нәселен моңа мисал итеп китерергә мөмкин, алардан берничә буын буена күп музыкантлар чыккан, XVIII гасыр башында яшәгән атаклы композитор Иоганн Себастьян Бах та шул нәселдән.

Әлбәттә, кешенең генотипка бәйле теге яки бу психик үзенчәлекләре, шул исәптән сәләтлелек тә, социаль тирәлек белән билгеләнә, нәкъ менә аның йогынтысында кешелек җәмгыятендә шәхес формалаша да инде.

Генеалогик метод ярдәмендә күп кенә авыруларның, мәсәлән матдәләр алмашы бозылуга кагылышлы кайбер авыруларның,

114. Бер күкәй күзәнәктән үскән 5 яшьлек биш игезәк кыз (Канада, Дионн гаиләсе).

шул исәптән шикәр диабетының да (рецессив билге) нәселдән нәселгә күчүе расланды. Диабет авыруы углеводлар алмашы бозылу нәтиҗәсендә килеп чыга һәм канда шикәр күбәюдән беленә. Тумыштан килгән (рецессив) чукраклык та бар. Авыр формадагы кайбер психик авырулар — шизофрения (рецессив) шулай ук нәселдән нәселгә күчә торган авыру. Нәселдән килә торган авырулар арасында рецессив геннар белән түгел, ә доминант геннар белән билгеләнә торганнары да бар, мәсәлән, күздәге мөгез катлауның дегенерациясе; нәселдән килгән бу кимчелек сукыраюга китерә. Туберкулез авыруына тиз бирешүчәнлек тә нәселдән килә.

Игезәкләрнє өйрәнү методы игезәкләрдәге билгеләрнең үсешен өйрәнүдән гыйбарәт. Кешедә ике төр игезәкләр булуы билгеле. Кайбер очракларда бер күкәй күзәнәк түгел, бәлки ике (сирәк очракларда өч яки дүрт) күкәй күзәнәк аталана. Ул чагында бер үк җенестән яки төрле җенестән булган ике (өч яки дүрт) бала туа, алар бер-берсенә игезәк булмаган бертуганнар кебек кенә охшыйлар. Әмма бер күкәй күзәнәк ике (кайчакта өч, дүрт һәм хәтта биш) эмбрионга башлангыч бирергә мөмкин. Ул чакта бер күкәй күзәнәк игезәкләре туа, алар һәрвакыт бер җенестән булалар һәм бер-берсенә гаҗәеп нык охшыйлар. Бу — аларның генотиплары бертөрле булу белән аңлатыла, ә алар арасындагы аерымлыклар бары тирәлек тәэсиренә генә бәйле [114]. Бер күкәй күзәнәк игезәкләрен аларның бөтен гомере буена өйрәнү (бигрәк тә алар төрле шартларда яшәсә) кешенең физик һәм психик үзлекләре үсешенә әйләнә-тирәлек йогынтысының роле турында фикер йөртү өчен күп кенә кыйммәтле мәгълүматлар бирә.

Цитогенетик метод соңгы елларда зур әһәмияткә ия. Ул нәселдән килгән авыруларның сәбәбен ачыклый торган байтак кына кыйммәтле материал бирде. Генетик яктан караганда, кешедәге нәселдән килә торган авырулар мутацияләрдән гыйбарәт, һәм аларның күбесе рецессив характерда. Алар җенес күзәнәкләрендә барлыкка килә һәм аталану нәтиҗәсендә бертөрле рецессив ике аллель ген бер үк зиготада туры килгәнгә кадәр кешелек җәмгыятендә фенотипик яктан беленмичә тарала.

Хромосомаларның саны яки структурасы ачыктан-ачык үзгәрүдә чагылыш тапкан хромосома мутацияләре төркеме бар (276 бит). Кешедәге шундый мутацияләр цитогенетик метод белән ачыклана. Аларның барлыгы хромосома җыелмаларын микроскопта карап тикшергәндә беленә, ә ул митозның метафаза стадиясендә бигрәк тә ачык күренә. Әле күптән түгел генә кеше хромосомаларын өйрәнү зур кыенлыклар тудыра иде, чөнки кешедә хромосомалар бик күп — аларның диплоид саны — 46 (112 рәсем) һәм бик вак. Соңгы елларда, кешенең үзенә бернинди зарар китермичә, аның хромосомалар җыелмасын гади һәм ансат юл белән өйрәнергә мөмкинлек бирә торган методлар эшләнде. Аларның асылы шуңа кайтып кала: кандагы лейкоцитларны температурасы 37°С булган махсус туклыклы тирәлеккә урнаштыралар, һәм бу лейкоцитлар анда бүленәләр. Шулардан хромосомаларның санын һәм төзелешен ачык күреп була торган препаратлар әзерлиләр.

Күптән түгел кеше хромосомаларын махсус буяулар белән буяп өйрәнү методлары эшләнде. Бу методлар хромосомаларның санын исәпләргә генә түгел, бәлки аерым хромосомалар структурасының сизелмәслек үзгәрешләрен дә өйрәнергә мөмкинлек бирәләр.

Кешедәге күп кенә патологик күренешләр матдәләр алмашының нормаль барышы бозылудан килеп чыга, бу үзенә тиешле *биохимик методлар* белән ачыклана. Матдәләр алмашының нәселдән килә торган шундый берничә дистә тайпылышлары билгеле. Моңа шикәр авыруы, ягъни диабет, ачык мисал була. Бу авыру ашказаны асты бизенең нормаль эшчәнлеге бозылудан башлана, андый чакта ашказаны асты бизе канга инсулин гормонын кирәк микъдарда бүлеп чыгара алмый. Нәтиҗәдә, канда шикәр күбәя, һәм кеше организмында бара торган матдәләр алмашында җитди үзгәрешләр барлыкка килә.

Кеше генетикасының медицина өчен әһәмияте. Медицина өчен генетиканың әһәмияте артканнан-арта бара. Кеше организмындагы нормадан читкә тайпылулар һәм күп кенә авырулар генотипка бәйләнгән. Моны хромосомаларның саны үзгәргән очракларда аеруча ачык билгеләргә мөмкин. Кешенең хромосомалар җыелмасында бер артык хромосома булу очраклары билгеле, һәм алар диплоид җыелмада [redacted] була. Шундый үзгәреш шактый авыр нәтиҗәләргә китерә, кеше Даун авыруы белән авырый башлый. Андый кеше үз гәүдәсенә пропорциональ булмаган кечкенә башлы, кысынкы күзле, яссы битле була һәм акыл зәгыйфьлеге нык беленеп тора.

Хромосомаларга кагылышлы мондый үзгәрешләрнең килеп чыгуы мейоз процессында очраклы тайпылулар булуга бәйләнгән. Бу процесс нормаль барганда, гомологик хромосомалар төрле күзәнәкләргә тарала һәм хромосомаларның диплоид җыелмасы гаплоид җыелмага әйләнә. Әгәр мейоз вакытында бер парны тәшкил иткән ике гомологик хромосома ике күзәнәккә тигез бүленеп урнашмыйча бер үк полюска китсә, артык хромосомалы гамета барлыкка килә.

Даун авыруыннан тыш, кешенең хромосомалар җыелмасы структурасында нормаль үсештән читкә тайпылуга һәм каты авыруларга китерә торган тагын 100 дән артык үзгәрешләр өйрәнелде. Нәселдән килә торган авырулар генотип үзенчәлекләренә бәйле. Ләкин әле бу — медицина алар белән көрәшә алмый дигән сүз түгел. Әгәр хромосома аппаратындагы тайпылыш бала чакта ук беленсә, аны дәваларга мөмкин, нәтиҗәдә,авыруның авыр симптомнарын өлешчә яки тулысынча булдырмый калуга ирешелә.

Кеше генотибының үсешенә һәм чагылышына алкоголь чиктән тыш тискәре тәэсир итә (зарарлы мутацияләр саны арта). Үсеп килә торган яшь организм өчен ул аеруча куркыныч. Алкоголь үсешнең барлык ягына да — физик үсешкә дә, психик үсешкә дә кагыла. Аны кулланганда еш кына бавыр, бөерләр таркала, йөрәк-кан тамырлары авырулары башлана. Алкоголь нерв системасына һәм шуңа бәйле рәвештә психикага зарарлы тәэсир итә. Алкоголикларның балалары акыл ягыннан зәгыйфь, психик һәм физик кимчелекле була.

Кешеләрнең аерым бер популяцияләрендә төрле геннарның, мәсәлән,канның төрле группаларына керүен билгеләүче геннарның һ.б., таралып урнашуын өйрәнүнең медицина өчен практик

әһәмияте зур. Моның өчен махсус методлар эшләнгән, монда без аларга тукталып тормабыз.

Кеше — социаль зат, һәм ул үзе үк булдырган тирәлек аның өчен тышкы тирәлек була, бу тирәлек кешелек тарихының төрле эпохаларында төрлечә. Социаль фактор иң элек шәхеснең үсешен билгели. Шул ук вакытта һәр кеше үзенең генотибы белән билгеләнә торган биологик үзенчәлекләргә ия. Кешеләрнең бу генетик төрлелеге аларның физик билгеләрендә (күз, чәч төсе, буй төрлелеге һ.б.), шулай ук характер үзенчәлегендә, сәләтлелегендә, билгеле бер формадагы эшчәнлеккә һәвәс булуында чагылыш таба.

Кешелек җәмгыятендәге генетик төрлелек һич тә расаларның биологик яктан тигезсезлеген күрсәтми (III бүлек).

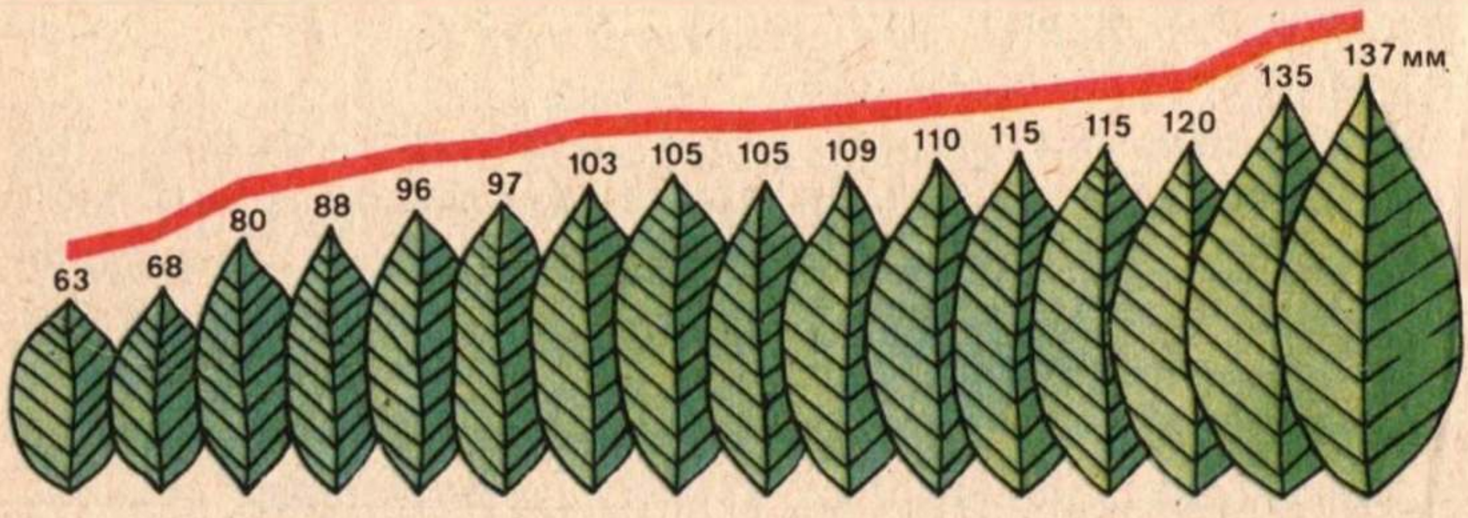
Һәр аерым шәхеснең үсеше өчен оптималь шартлар тудырылган социалистик җәмгыятьтә кешенең генотипик мөмкинлекләре бик ачык беленә.

1. Кешенең нәселдәнлеген өйрәнүдә нинди методлар бар? 2. Генеалогик метод турында сөйләгез. 3. Игезәкләрне өйрәнү методының асылы нәрсәдә? 4. Цитогенетик метод турында сөйләгез. 5. Сез кешеләрдә була торган нәселдән килгән нинди авыруларны беләсез? 6. Кешедәге хромосома мутацияләре нинди методлар белән тикшерелә? 7. Кеше генетикасын өйрәнүнең медицина өчен нинди әһәмияте бар? 8. Даун авыруының сәбәбен аңлатыгыз.

60. Модификацион үзгәреш

Нәселдәнлекнең нигезе булган генотип белән тышкы тирәлек шартларының үзара тәэсир итешүе организм фенотибының үсешен билгели. Генотип бер үк булып та, үсеш шартлары төрле булганда, организмның билгеләре (аның фенотибы) бер-береннән шактый аерылырга мөмкин.

Реакция нормасы. Тышкы шартлар тәэсиреннән, организмның һәр билгесе төрле дәрәҗәдә үзгәрә. Бу билгеләрнең кайберләре бик пластик һәм үзгәрүчән, ә икенчеләре аз үзгәрүчән, өченчеләре исә тирәлек шартлары тәэсирендә бик аз үзгәрергә мөмкин. Мөгезле эре терлекләрнең сөт бирүе күбесенчә ашатуга һәм карауга, ягъни асрау шартларына бәйләнгән. Сыйфатлы азыкларны кирәкле күләмдә сайлап ашату нәтиҗәсендә терлекләрнең сөтен бик нык арттырырга мөмкин икәне яхшы билгеле. Сөтнең майлылыгын үзгәртү кыенрак. Аның процентын



115. Чия-дәфнә яфракларының вариацион рәте (цифрлар белән яфракның озынлыгы күрсәтелгән).

азык рационын төрләндереп азрак үзгәртеп булса да, майлылык күбрәк токымга бәйле. Токымның төсе даимирәк билге булып исәпләнә. Шартлар нинди генә булганда да, төс үзгәрми диярлек.

Шулай да йонның төсе тирәлек шартларына бөтенләй бәйләнмәгән дип уйларга ярамый. Кайбер имезүчеләрдә йонның төсенә әйләнә-тирәлектәге һаваның температурасы тәэсир итә. Мәсәлән, ассыман кролик токымында йонының күп өлеше гадәттәге шартларда ак төстә, тик колак һәм аякларында, койрыгында гына кара йон була. Әгәр кроликның аркасындагы йонын кыркысак, нульдән югары температура шартларында асраганда яңадан ак йон, ә түбән температурада (0° С чамасы) ак йон урынына кара йон үсәр. Югары температурада сыртында ак йон һәм түбән температурада кара йон үстерү сәләтен бу мисалда нәселдәнлек билгесе дип әйтергә була.

Организмнарда геннарның һәм гомумән генотипның тәэсир итү нәтиҗәләре тирәлек шартларына бәйле була. Генотипның үзгәрүе белән бәйләнмәгән мондый формадагы үзгәрүчәнлек *модификацион үзгәрүчәнлек* дип атала. Белгәнегезчә, Дарвин аны нәселдәнлеккә бәйсез үзгәрүчәнлек дип атаган. Югарыда танышкан мисалларда күрсәтелгәнчә, төрле билгеләр өчен һәм төрле шартларда модификацион үзгәрүчәнлекнең чикләре бик күп төрле була ала. *Билгенең модификацион үзгәрүчәнлеге чикләрен аның реакция нормасы дип атыйлар.* Кайбер билгеләрнең (мәсәлән, сөтлелек) реакция нормасы бик киң, ә икенчеләренеке (мәсәлән, йонның төсе) шактый тар була.

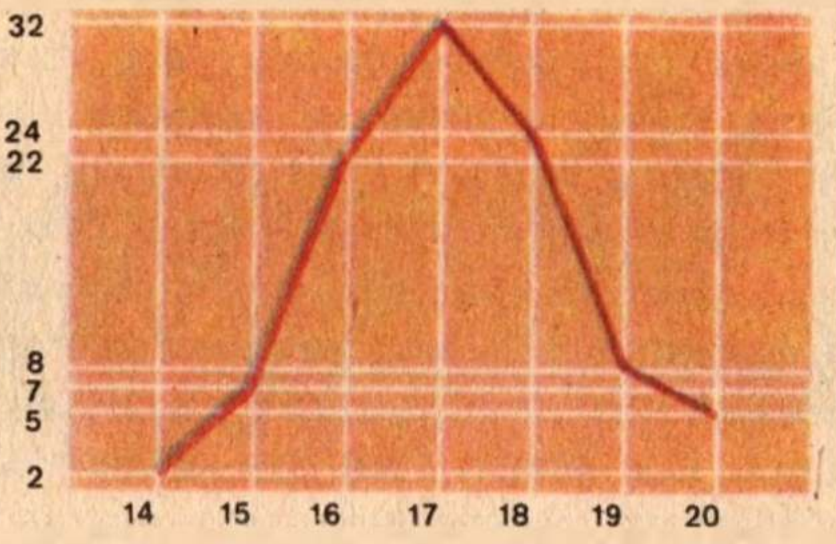
Тикшереп узган фактлар нигезендә, без югарыда бирелгән (19 бит) нәселдәнлек күренешенең асылы турындагы күзаллауларыбызны тирәнәйтә алабыз. *Нәселдән нәселгә билге үзе ту-*

гел, бәлки организмның (аның генотибының) үсеш шартлары белән үзара тәэсир итешүеннән билгеле бер фенотип бирә алу сәләте күчә, яки, башкача әйткәндә, *организмның тышкы шартларга булган реакция нормасы күчә.* Мәсәлән, мөгезле эре терлекләрдә нинди дә булса токымның елына 4000 л сөт бирә алу үзлеге — ул нәселдәнлек билгесе түгел. Бу билге ашатуның һәм асрауның билгеле бер шартлары булдырылганда гына ачыла.

Реакциянең киң нормасы (киң җайлашу) табигый шартларда төрнең саклануы һәм үсеше өчен зур әһәмияткә ия була ала. Әмма тышкы шартлар тәэсиреннән килеп чыккан читкә тайпылулар генотипны үзгәртмиләр, аның реакция нормасы чикләреннән читкә чыкмыйлар.

Доминирлауны идарә итү. Гибридның доминант һәм рецессив билгеләре барыннан да элек генның үзенчәлекләре һәм аның шул билге үсешенә йогынтысы белән билгеләнә. Шулай да, фенотип һәрвакыт генотипка һәм тирәлек шартларына бәйле булганлыктан, гибридның үсеш шартларын үзгәртеп, билгенең доминирлау характерына йогынты ясарга мөмкин дияргә була. Организмның доминирлау һәм индивидуаль үсеш юнәлеше белән идарә итү мөмкинлеге турындагы мәсьәләне И. В. Мичурин җиләк-җимеш үсемлекләрендә тирәнтен өйрәнде. И. В. Мичурин гибридларда билгеләрнең доминирлавына кагыла торган мөһим закончалыкны ачты. Җимеш агачларын гибридлаштыру буенча үткәргән күп кенә тәҗрибәләрендә Мичурин *гибридларда үзләренең үсеше өчен әйләнә-тирәлектә иң уңай шартлар очраткан билгеләрнең күбрәк өстенлек итүен* күрсәтте. Җимеш агачларының Көнбатыш Европа һәм Америка (йомшак климатлы илләрдәге) сортларын Тамбов өлкәсенең (каты континенталь климат) җирле сортлары белән кушылдырудан алынган гибридларны Мичурин ачык грунтта үстерә. Мондый шартларда җирле сортларга хас булган салкыннарга чыдамлылык билгеләренең доминирлавы беленгән.

Модификацион үзгәрүчәнлекнең статистик закончалыклары. Әгәр бер үк агачтан өзеп алынган яфракларның озынлыгын һәм киңлеген үлчәсәк, без аларның төрле зурлыкта булуларын күрербез [115]. Бу үзгәрүчәнлек — агач ботакларында яфракларның төрле шартларда үсү нәтиҗәсе; аларның генотибы бертөрле. Әгәр күпмедер яфрак алып, аларны берәр билгесе (мәсәлән, озынлыгы) арту яки кимү тәртибендә, [115] рәсемдә күрсәтелгәнчә, тезеп куйсак, бу билгенең варианталардан төзелгән үзгә-



116. Бодай башагындагы башакчыклар санының вариацион кәкресе.

рүчәнлек рәте барлыкка килер, аны *вариацион рәт* дип атыйлар. Димәк, варианта — билге үсешенең бердәнбер чагылышы.

Әгәр без вариацион рәттәге аерым варианталарны санап карасак, аларның очрау ешлыгы бертөрле түгеллеген күрербез. Вариацион рәтнең уртадагы варианталары ешрак очрар, ә рәтнең ике башында исә аларның очрау ешлыгы кимер. Моны бодай башагындагы башакчыклар санының үзгәрүчәнлеге мисалында тикшерик. Өйрәнү өчен генетик яктан беришле саф сортлы материал алыйк. Төрле башаклардагы башакчыкларны санап, аларның саны 14 белән 20 арасында тирбәлгәнен белербез. Сайламыйча, рәттән 100 башак алыйк һәм алардагы варианталарның очрашу ешлыгын билгелик. Без башакчыклар саны уртача (16—18) булган башакларның барыннан да күбрәк очравын, ә инде шуннан артык яки ким булганнарының сирәгрәк очравын күрербез. Менә шундый бер санау нәтиҗәсе:

Башактагы башакчыклар саны	14	15	16	17	18	19	20
Башаклар саны	2	7	22	32	24	8	5

Өске рәттәге цифрлар — кечкенәдән зурракка таба бер рәт итеп язылган варианталар саны. Аскы рәт — һәр вариантаның очрау ешлыгы. Әгәр аскы рәттәге цифрларны кушсак, 100 килеп чыгар, ул аерым күзәтүләр санына туры килә. Вариацион рәттәге варианталарның урнашуын графикта бик яхшы күрсәтергә мөмкин. Вариацияләрнең киңлеген һәм аерым варианталарның очрау ешлыгын чагылдырган билгеләр үзгәрүчәнлегенең график аңлатмасын вариацион кәкре дип атыйлар [116].

Вариацион рәттә варианталарның шундый бүленешен нинди сәбәпләр китереп чыгара соң? Моның сәбәбе — тышкы тирә-

лек һәм тирәлеккә организмның җавабы. Тереклегенең башыннан алып бөтен үсеш чоры буена һәм үлгәнгә кадәр, һәр организмга тирәлекнең бик күп төрле факторлары тәэсир итә. Кырга чәчелгән бодай орлыклары арасында үсеше нәкъ бер үк төрле шартларда барган ике орлык табып булмый. Орлыкның туфракка күмдерелү тирәнлеге, туфракның физик үзлекләре, янәшә үсемлекләр белән үзара тәэсире һәм көрәше, дымлылык һәм яктылык тәэсире һ.б.— боларның барысы да төрле юнәлешләрдә бара һәм фенотипның үсешендә чагыла. Билгенең кайсы да булса бер чиккә кадәр (нык беленеп торган яисә аз беленеп торган) үсешенә ирешү өчен, тирәлекнең күп сандагы факторлары бер юнәлештәрәк тәэсир итәргә тиеш. Күп башакчыклы зур башак алу өчен, тәэсир итүче факторлар суммасы иң уңайлы булырга тиеш. Чынлыкта исә үсемлекләрнең күбесенә тирәлек шартларының тәэсире төрле характерда була. Аларның кайберләре билгенең үсешенә булышлык итә, икенчеләре исә тоткарлык ясый. Бу вакытта аларның фенотибы вариацион рәтнең урта варианталары арасында булып чыга. Үсеш шартлары бертөрлерәк булган саен, модификацион үзгәрүчәнлек азрак беленә, вариацион рәт кыскара төшә. Тирәлек шартлары никадәр күптөрле булса, модификацион үзгәрүчәнлек шулкадәр киңәя төшә. Вариацияләрнең киңлеге генотипка да бәйле.

Үзгәрүчән билгегә объектив характеристика бирү өчен, берничә затны өйрәнү белән генә чикләнергә ярамый. Аларның бик күбесен өйрәнергә һәм вариацион кәкре сызарга кирәк. Вариацион кәкре мәгълүматларыннан файдаланып, билгенең уртача зурлыгын билгелиләр.

1. Төрле хайваннарның һәм үсемлекләрнең реакция нормалары киң һәм тар булган билгеләренә мисаллар китерегез. 2. Таратма материаллардан (фасоль, ногыт борчагы, акация яфрагы һ. б.) файдаланып һәм 115 рәсемгә нигезләнеп, вариацион рәт һәм график төзегез. Масштаб иркле. 3. Үзегез төзегән вариацион рәтнең мәгълүматларын билгенең уртача зурлыгын билгеләү өчен файдаланыгыз. Моның өчен һәр варианта өчен билгенең санча кыйммәтен варианталар санына тапкырлыйлар. Бу тапкырчыгышларның; барысын бергә кушалар да вариацион рәттәге варианталарның гомуми санына бүләләр. Аны менә шушы формула белән күрсәтергә мөмкин:

$$M = \frac{\Sigma(v \cdot p)}{n},$$

биредә M — уртача зурлык, v — варианта, p — варианталарның очрашу ешлыгы, Σ — сумманы чыгару билгесе һәм n — вариацион рәттәге варианталарның гомуми саны. Мисал өчен, бу формула буенча, бодай башакчыклары санының уртача зурлыгын табыйк (272 бит). Һәр вариантаны

аның очрау ешлыгына тапкырлыйк. Ул: 14×2 = 28; 15×7 = 105; 16×22 = 352; 17×32 = 544; 18×24 = 432; 19×8 = 152; 20×5 = 100 булыр. Табылган саннарның барысын кушкач, 1713 була. Бу сумманы рәттәге варианталарның гомуми санына — бу очракта 100 гә бүлгәч, уртача зурлык табыла, ул 17,13 кә тигез.

61. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге

Мутацион үзгәрүчәнлек. Модификацион үзгәрүчәнлек организмның генотибына кагылмый. Генотипны үзгәртүче икенче төрле үзгәрүчәнлек бар. Үзгәрүчәнлекнең бу формасын *генотипик* яки *мутацион үзгәрүчәнлек* дип, ә аерым үзгәрешләрне *мутацияләр* дип атыйлар. Кушылганда геннарның төрлечә аралашып урнашуы нәтиҗәсендә дә нәселдәнлек үзгәрешләре килеп чыгарга мөмкин.

Нәселдән килә торган үзгәрешләр барлыгы Дарвинга билгеле булган. Аның эволюцион теориясе тулысы белән нәселдән килгән үзгәрешләрнең табигый сайланышы турындагы тәгълиматка нигезләнгән. Нәселдән килгән үзгәрүчәнлек — табигый һәм ясалма сайланышның бик кирәкле алшарты. Ләкин Дарвин заманында әле нәселдәнлек турында тәҗрибә мәгълүматлары булмаган һәм билгеләрнең нәселдән нәселгә күчү законнары ачылмаган булган. Бу исә үзгәрүчәнлекнең төрле формаларын кискен аерырга мөмкинлек бирмәгән.

Мутация төшенчәсен фәнгә Голландия ботанигы де Фриз керткән. Ул ишәк колагы (энотера) дигән үсемлектә аның типик формасыннан кискен сикерешле тайпылышлар барлыкка килүен күзәткән. Өстәвенә бу тайпылышлар нәселдән нәселгә күчә торган булган 117. Шуннан соң төрле объектларда — үсемлекләрдә, хайваннарда, микроорганизмнарда үткәрелгән тикшеренүләр мутация күренешенең барлык организмнарга да хас булуын күрсәткән.

Генотипның материаль нигезе булып хромосомалар тора. Мутацияләр — тышкы яки эчке тирәлек факторлары йогынтысыннан хромосомаларда була торган үзгәрешләр алар. Мутацион үзгәрүчәнлек комбинатив үзгәрүчәнлектән аерыла. Мутацияләр — генотипта яңа гына килеп чыга торган үзгәрешләр, ә комбинацияләр исә ата-ана геннарының зиготада яңа берләшмәләре. Мутацияләр организм төзелешенең һәм функцияләренең төрле якларына кагыла. Мәсәлән, дрозофилада 118 канатлар формасының (алар бөтенләй бетәргә дә мөмкин), гәүдә тө-

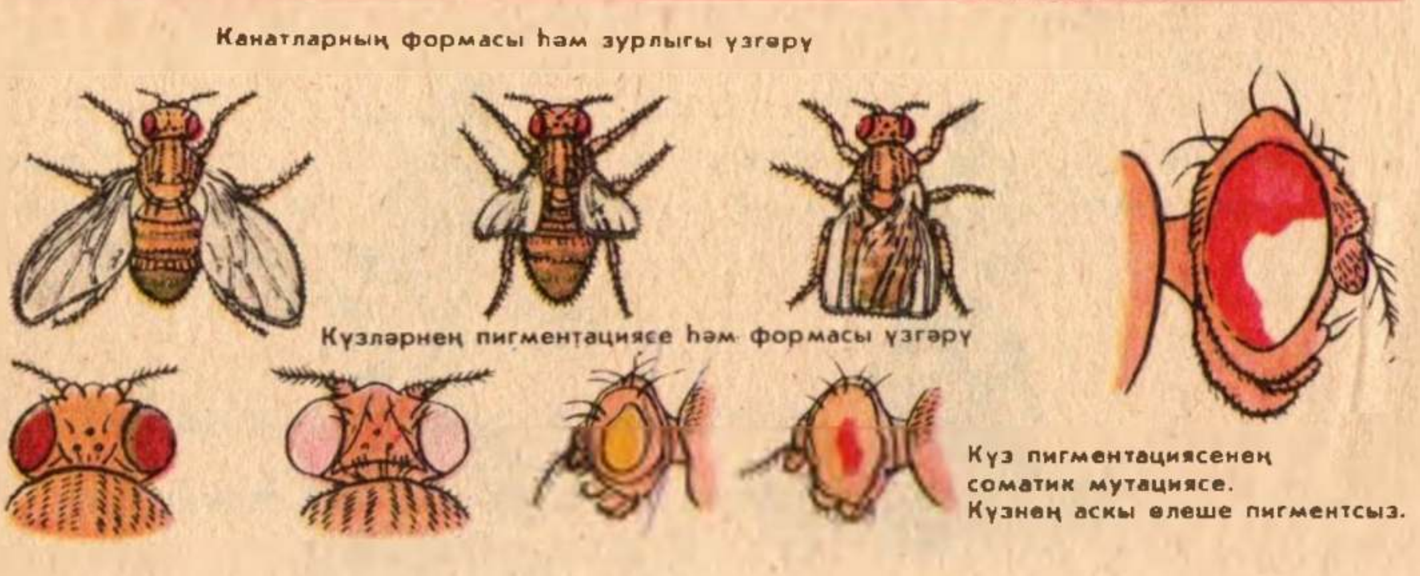
117. Ишәк колагы (энотера) үсемлегенең мутацияләре.

сенең, тәндә төкләр үсешенең, күзләрнең формасы һәм төсенең (кызыл, сары, ак, чия кызыл һ.б.), шулай ук күп кенә физиологик билгеләрнең (гомеренең озынлыгы, үрчемлелеге, төрле зарарлаучы тәэсирләргә каршы торучанлыгы һ.б.) мутацион үзгәрешләре билгеле.

Нәселдәнлектәге кискен тайпылышлар белән бергә, баштагы формалардан бик аз гына аерылган, зур булмаган мутацияләр ешрак очрый. Шулай булса да, мутацияләрнең де Фриз күрсәткән билгеләре — аларның сикерешле характерда һәм нәселдәнлекле булуы — үз көчендә кала. Мутацияләр төрле юнәлештә бара һәм алар үзләреннән-үзләре организм өчен файдалы җайлашу үзгәрешләре булып тормыйлар. Дарвинизмга багышланган бүлектә бу турыда әйтелгән иде инде.

Барлыкка килә торган күп кенә мутацияләр организм өчен уңай түгел һәм хәтта аны һәлакәткә дә илтергә мөмкин. Мондый мутацияләрнең күбесе рецессив була. Аллельле доминант ген белән туры килгәндә алар фенотипик яктан беленмиләр. Әмма кайвакыт тереклек итү сәләтен киметүче яки организмны һәлакәткә китерүче доминант мутацияләр дә булып куя. Генотипның үзгәрү характеры буенча мутациянең берничә тибын аерып йөртәләр.

Ген мутацияләре. Хромосомалар төзелешендә микроскоптан күренерлек үзгәрешләр белән бәйләнмәгән мутацияләр киң таралган. Андый мутацияләр аерым геннарның сыйфат үзгәрешләреннән гыйбарәт һәм *геннар мутациясе* дип йөртелә. Башлыча микроорганизмнарда үткәрелгән тикшеренүләр нигезендә, мондый мутацияләрнең хромосомалар составындагы ДНКның химик структурасы яңару белән бәйле булуы ачыкланды.



118. Дрозофиланың төрле мутацияләре.

Хромосома ДНКсында нуклеотидларның эзлеклелеге үзгәрү бериш нуклеотидларның төшеп калуы һәм икенчеләренең катнашып китүе ДНКда барлыкка килә торган РНК молекуласының составын, ә ул, үз чиратында, аксым молекуласы синтезы вакытында аминокислоталарның яңа эзлеклелеген билгели (207 бит). Нәтиҗәдә күзәнәктә яңа аксым синтезлана башлый, бу исә организмда яңа үзлекләр килеп чыгуга китерә.

Хромосома мутацияләре. Хромосомалардагы күренеп торган үзгәрешләргә бәйле мутацияләр дә билгеле. Мондый үзгәрешләргә, мәсәлән, хромосоманың бер өлеше аңа гомологик булмаган икенче хромосомага күчүе, хромосоманың бер участогы 180° ка борылып урнашуы һәм аерым хромосомаларның күп кенә башка структура үзгәрешләре керә.

Хромосомаларның саны үзгәрү мутацияләрнең аерым бер төркеменә керә. Бу мутацияләр артык хромосомалар барлыкка килүдән яки аларның югалуыннан гыйбарәт. Хромосомалар составындагы мондый үзгәрешләр, нинди дә булса сәбәпләр аркасында, мейоз процессының нормаль барышы бозылганда, мәсәлән, хромосомалар бала күзәнәкләргә тигез бүленеп урнашасы урынга ике гомологик хромосома да бер үк күзәнәктә булганда килеп чыга. Гадәттә мондый төрдәге тайпылышлар организмның тереклек итү сәләтен киметә.

Полиплоидия күренеше нәселдәнлек үзгәрүчәнлекләренең аерым бер тибы булып тора, ул — хромосомаларның саны кабатлы артудан гыйбарәт. Полиплоидларның килеп чыгуы гадәттә митоз яки мейоз процессларының бозылуына бәйле. Митотик бүленү вакытында кайчакта хромосомалар полюсларга китмиләр һәм бала төшләр хасил итмиләр, алар шул ук төштә калалар. Әгәр

бу процесс җенес күзәнәгендә түгел, бәлки хромосомалары диплоид җыелмалы соматик күзәнәктә барса, шунда ук, диплоидлыга караганда, хромосомалары ике тапкыр артык булган тетраплоид күзәнәк хасил була. Димәк, аңарда ике гаплоид *(2n)* җыелма урынына дүрт гаплоид җыелма *(4n)* ясала. Әгәр бу хәл мейоз вакытында күзәтелсә, конъюгацияләнүче гомологик хромосомалар капма-каршы полюсларга китмиләр һәм диплоид гаметалар хасил була. Әгәр мондый гамета аталанган вакытта нормаль гаплоид гамета белән кушылса, триплоид зигота (3*n*) барлыкка килә. Әгәр гаметаларның икесе дә диплоид булса, тетраплоид зигота (4*n*) барлыкка килә.

Табигатьтә полиплоид төрләр үсемлекләрдә шактый еш, ә хайваннарда бик сирәк очрый. Үсемлекләрдәге полиплоидлар, диплоидлар белән чагыштырганда, көчле үсүләре, орлыкларының һәм җимешләренең эре, массасы зур булуы һәм башка билгеләре белән аерылып торалар. Үсемлекләрнең югары уңыш бирә торган сортларын китереп чыгару эшләрендә полиплоидия күренешен практикада киң кулланалар.

Хәзерге вакытта полиплоидларны экспериментал юл белән, бүленә торган күзәнәккә кайбер агулар (мәсәлән, колхицин) белән тәэсир итеп, табу ысуллары эшләнде. Агу бүленү орчыгын җимерә, ләкин хромосомаларның икеләтә артуына комачауламый.

Соматик мутацияләр. Мутацияләр хромосомаларның төзелешендәге (ДНК молекуласындагы нуклеотидлар үзгәрүе) яки санындагы үзгәрешләр белән бәйләнгән. Әгәр бу үзгәрешләр җенес күзәнәкләрендә барса, алар җенес күзәнәкләреннән үскән буында беленә. Ләкин андый үзгәрешләр соматик күзәнәкләрдә дә булырга мөмкин. Аларны *соматик мутацияләр* дип атыйлар. Мондый мутацияләр организмның үзгәргән күзәнәкләреннән үсә торган өлешендәге билгенең генә үзгәрүенә китерә. 118 рәсемдә дрозофила күзенең бер өлешендәге ак күзлелекнең соматик мутациясе күрсәтелгән.

Хайваннарда соматик мутацияләр буыннан буынга күчми, чөнки соматик күзәнәкләрдән яңа организм барлыкка килми. Үсемлекләрдә исә эш бөтенләй башкача. Аларда килеп чыккан үзгәрешне кайчакта үренте алу һәм ялгаулар ярдәмендә саклап калырга мөмкин, һәм ул тотрыклы, нәселдәнлекле булып чыга.

Мутацияләрнең ешлыгы һәм сәбәпләре. Килеп чыга торган мутацияләрнең исәбен алу бик кыен. Мутацияләрнең күбесе ре-

цессив була. Алар җенес күзәнәкләренең хромосомаларында тупланган геннарда килеп чыга. Яңа барлыкка килгән рецессив мутацияне йөртүче гамета аталану вакытында шундый мутациясе булмаган гамета белән кушыла. Шуңа күрә яңа килеп чыккан рецессив мутация фенотипик яктан беленми. Әмма моннан соңгы буыннарда ул аны йөртүче хромосома белән бергә үрчи һәм шушы төрнең затлары арасында тарала. Бер үк рецессив мутацияне йөртүче ике гамета кушылгач кына мутация фенотипик яктан беленә.

Табигый шартларда һәр аерым генның мутациясе бик сирәк була. Генның шундый аз үзгәрүчәнлеге табигый сайланыш өчен кирәк кадәр материал бирә алмый дигән фикер туарга мөмкин. Чынлыкта исә бу алай түгел. Организмда берничә мең ген бар, шунлыктан мутацияләрнең гомуми саны шактый зур булып чыга. Шул ук дрозофилаларның гаметаларыннан, мәсәлән, якынча 5%ы нинди дә булса мутация йөртүе исәпләп чыгарылган. Дрозофиланың табигый популяцияләрендә мутацияләрнең таралуы турында төрле географик зоналарда турыдан-туры тикшеренүләр аларның төрле-төрле мутацияләр белән «туендырылганын» күрсәтте, ләкин, рецессив булганлыктан, аларның күбесе фенотипик яктан беленмиләр.

Һәр генның мутацияләре сирәк килеп чыкканлыктан, аның шактый тотрыклы икәнен әйтергә мөмкин. Моның биологик әһәмияте гаять зур. Әгәр геннар бик ансат кына һәм еш үзгәрсәләр, төрләрнең яшәве мөмкин булмас иде, чөнки һәр буында организмнар нindидер яңа, ата-аналарына охшамаган затларга әйләнерләр иде. Төрләрнең чагыштырмача тотрыклылыгы — организмнарның яшәү тирәлегенә җайлашуының мөһим шарты.

Мутациягә сәләтлелек — геннарның төп үзлекләреннән берсе. Билгеле, һәр аерым мутация нинди дә булса сәбәп аркасында килеп чыга. Ләкин күп кенә очракларда бу сәбәпләр безгә билгесез булып кала. Мутацияләр тышкы тирәлек шартлары үзгәрүгә бәйләнгән. Төрле тышкы факторларның ясалма тәэсире ярдәмендә мутацияләрнең санын бик нык арттырырга мөмкин булуы моны бик яхшы раслый. Нуклеин кислоталарына тәэсир итә торган факторлар эксперименталь юл белән мутацияләр булдыруда аеруча нәтиҗәле факторлар булып тора. Бу аңлашыла да, чөнки геннар — ДНК чылбырының участоклары.

Мутацияләрне эксперименталь юл белән булдыру. Барлыкка килә торган нәселдәнлек үзгәрешләренең санын беренче тапкыр

Рентген нурлары тәэсирендә бик нык арттыруга ирешелде. Рентген нурында тотып, мутацияләр санын 150 тапкыр һәм аннан да күбрәк арттырырга мөмкин булды. Шуннан бирле мутацияләрне эксперименталь юл белән булдыру бактерияләр һәм вируслардан башлап чәчәкле үсемлекләр һәм имезүчеләргә кадәр булган күптөрле организмнарда үткәрелде. Рентген нурларыннан һәм ионлаштыра торган радиациянең башка формаларыннан тыш, мутацияләрне төрле химик һәм физик тәэсирләр: температура, газ режимы, дымлылык үзгәрү һ.б. белән китереп чыгарырга мөмкин. Матдәләр алмашына, аеруча ДНК синтезына кагылышлы үзгәрешләр мутация процессына йогынты ясый. Мутацияләр алуның практик әһәмияте дә бар, чөнки ул нәселдәнлек үзгәрүчәнлеген арттыра һәм сайлап алу өчен материал бирә.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегендә гомологик рәтләр законы. Н. И. Вавилов мөһим закончалык ача. Ул закончалык нәселдәнлек үзгәрүчәнлегендә гомологик рәтләр законы исемендә танылган. Бу законның асылы шуннан гыйбарәт: генетик яктан якын (килеп чыгышлары бердәм булу белән бер-беренә бәйләнгән) *төрләр һәм ыруглар нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең охшаш рәтләре белән характерлана.* Бер төрнең нәселдән килгән үзгәрешләрен белгән хәлдә, аңа ырудаш төрләрдә һәм ыругларда да шундый ук үзгәрешләр табылу ихтималлыгын алдан ук әйтергә була. Түбәндәге таблицада кыяклылар семьялыгында үзгәрүчәнлекнең гомологик рәтләренә берничә мисал китерелә.

Кыяклылар семьялыгында нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре (Н. И. Вавилов мәгълүматларыннан)*

Билгеле чикләрдә үзгәрүчән нәселдәнлек билгеләре			Арыш	Бодай	Арпа	Солы	Тары	Сорго	Кукуруз	Дөге	Сарут
Чәчәк төркеме	Элпәлек	Элпәле (башак тәңкәсендә бик тыгыз урнашкан)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Ялангач (тәңкәләрдән ансат аерыла)	+	+	+	+	+	+	+	+	+

* Таблица Н. И. Вавиловның «Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегендә гомологик рәтләр законы» дигән хезмәтеннән (1935) алынган.

	Кылчыклылык	Кылчыклы	+	+	+	+		+		+	+
		Кылчыксыз	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Кыска кылчыклы	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Төсе		Ак	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Кызыл	+	+	+			+	+	+	
		Яшел (соргылт-яшел)	+	+	+	+	+		+	+	
Бөртек	Төсе	Кара (куе соры)	+	+	+			+	+	+	+
		Шәмәхә	+	+	+				+	+	
	Формасы	Түгәрәк	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Озынча	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Консистенциясе	Пыяласыман	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Ончыл	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Биологик билгеләре	Тереклек рәвеше	Ужым	+	+	+	+				+	
		Сабан ашлыгы	+	+	+	+	+	+	+	+	
		Ярым ужым	+	+	+	+	+	+		+	
	Өлгерүчәнлеге	Соң өлгерүчән	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		Иртә өлгерүчән	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Искәрмә: «+» тамгасы шушында күрсәтелгән билгеләре булган нәселдәнлек формаларының барлыгын белдерә.

Бу закончалыкны без хайваннарда да очратабыз. Мәсәлән, кимерүчеләрдә йоннарының төсе буенча гомологик рәтләр була.

Гомологик рәтләр законы — нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомуми закончалыгы ул. Аның практик әһәмияте зур, чөнки ул сайлап алу өчен нәселдәнлек билгеләреннән читкә тайпылуларны эзләүне җиңелләштерә.

1. Модификацион үзгәрүчәнлек белән мутацион үзгәрүчәнлек арасында нинди аерма бар? 2. Ген мутацияләре белән хромосома мутацияләре арасында нинди аерма бар? 3. Полиплоидия нәрсә ул? 4. Мутацияләрне булдыруның нинди эксперименталь методлары бар?

62. Нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлекнең материаль нигезләре

Генотип —ербөтен система. Генетиканың төп законнары белән танышканнан соң, хәзер без организмнардагы ген һәм генотип турында кайбер нәтиҗәләр ясый һәм белемнәребезне тирәнәйтә алабыз. Генның реаль булуы фактларның ике төркеме белән исбат ителә: беренчесе — таркалганда чагыштырмача ирекле кушыла алуы; икенчесе — үзгәрүгә, ягъни мутациягә сә-

ләтлелеге. Генның төп үзлекләреннән берсе — хромосомалар икеләтә артканда аның икеләтә арту сәләте. Геннар шактый тотрыклы була, бу исә төрнең чагыштырмача даимилеген билгели. Геннар бер-берсе белән тыгыз бәйләнештә, шуңа күрә генотипны тулаем алганда геннарның механик суммасы итеп карап булмый, ул — организмнарның эволюциясе процессында барлыкка килгән катлаулы система.

Нәселдәнлекнең — геннарның — материаль нигезләрен йөртүчеләр булып, составына ДНК һәм аксымнар кергән хромосомалар хезмәт итә. Геннарның әле генә санап үтелгән үзлекләренең нигезе булып ДНКның үзен-үзе икеләтә арттыра алуга сәләте тора. Организмның үсеше процессында ген тәэсиренең нигезендә РНК аша аксымнар синтезын билгеләү сәләте ята. ДНК молекуласында аксым молекулаларының химик структурасын билгеләүче информация язылган шикелле була.

Бу механизм органик дөнья эволюциясенең вируслар һәм бактерияләрдән алып имезүчеләр һәм чәчәкле үсемлекләргә кадәр булган барлык баскычлары өчен дә уртак. Ул исә нуклеин кислоталарының биологик роле тереклек эволюциясенең башлангыч этапларында, ихтимал, терек булмаган табигатьтән терек табигатькә күчкән вакытта ук билгеләнгән булуын күрсәтә.

Генетика үсешендә зур уңышлар булуга карамастан, фән әле бик күп мәсьәләләрне хәл итмәгән. Мәсәлән, организмнарның индивидуаль үсеш (онтогенез) процессында геннарның ничек тәэсир итү мәсьәләсе ачыкланып җитмәгән. Һәр күзәнәктә хромосомаларның диплоид җыелмасы, димәк, шушы төрнең барлык геннарының да тулы җыелмасы бар. Күрәсең, төрле күзәнәкләрдә һәм тукымаларда геннарның бик азы гына, атап әйткәндә, шул күзәнәкнең, тукыманың, органның үзлекләрен билгеләүче геннар гына эшләп тора. Билгеле бер геннарның активлыгын тәэмин итә торган механизм нинди соң? Бу проблема фәндә хәзер бик ныклап өйрәнелә.

Цитоплазматик нәселдәнлек. Хәзерге генетиканың барлык мәгълүматлары хромосомаларның нәселдәнлектә төп урын тотуын раслый. Хромосома теориясе бик күп фактларга нигезләнә. Ләкин, төш хромосомалары белән беррәттән, нәселдәнлектә әһәмиятле роль уйный торган структуралар цитоплазмада да бар, алар цитоплазматик нәселдәнлекне билгелиләр.

Үсемлекләрнең пластидлары (шул исәптән хлоропластлар да) бүленү юлы белән үрчи. Күзәнәк төше кебек үк, бу органо-

ид та үзен-үзе яңартуга сәләтле. Чәчәкле үсемлекләрнең күкәй күзәнәгендә буыннан буынга күчә баручы пластидлар була. Пластидлар серкәлек көпшәсе аша да күчәргә мөмкин, ләкин бу хәл бик аз санда һәм сирәк очрый. Күп кенә үсемлекләрдә хлоропласт үзлекләренә кагыла торган нәселдәнлек үзгәрешләре (мутацияләр) билгеле. Хлоропластларның хлорофилл синтезлау сәләтен (тулысынча яки өлешчә) югалтуы шундый үзгәрешләргә керә. Әгәр бу үзгәреш күзәнәкнең бер өлешенә генә кагылса, чуар яфраклылык килеп чыга: яфракның аерым өлешләре, шулай ук үсемлекнең башка яшел органнары хлорофиллсыз була һәм төссезләнеп кала. Хлоропластлар гына түгел, митохондрияләр дә күзәнәкнең үзен-үзе яңарта торган органоидлары (160 бит). Аларда хлоропластлардагы кебек үк, ДНК табылды. Хәзерге вакытта башлыча бер күзәнәкле организмнарда (чүпрә гөмбәчекләрендә, иң гади төзелешлеләрдә) митохондрияләр ДНКсының үзгәреше белән бәйле мутацияләр барлыгы беленде. Җенси юл белән үрчи торган күп күзәнәкле организмнарда нәселдәнлек информациясен ана ягыннан күчерү цитоплазматик нәселдәнлекнең характерлы билгесе. Бу исә күкәй-күзәнәкнең цитоплазмага бай булуы, ә сперматозоидта аның бөтенләй диярлек булмавы белән аңлатыла.

Болар барысы да хромосомалар нәселдәнлеге турында гына түгел, бәлки икенче урындагы, буйсынган роль уйнаучы цитоплазматик нәселдәнлек турында да сөйләргә мөмкинлек бирә.

1. Генның материаль нигезе булып нәрсә тора? «Нәселдәнлек информациясе ДНК молекуласының нуклеотидлар эзлеклелегендә язылган» дигән җөмләне сез ничек аңлыйсыз? 2. Бер үк организмның нерв һәм эпителиаль күзәнәкләренең хромосомалары ДНКсында язылган нәселдәнлек информациясе бертөрлеме яки төрле-төрлеме? Җавабыгызны җентекләп дәлилләгез. 3. Цитоплазматик нәселдәнлек нәрсә ул? Мисаллар китерегез.

63. Генетика һәм эволюцион теория

Ч. Дарвин эшкәрткән эволюцион теория түбәндәге факторларга: үзгәрүчәнлеккә, нәселдәнлеккә, яшәү өчен көрәшкә һәм табигый сайланышка нигезләнә. Дарвин әйткәнчә, нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге, сайлап алу өчен материал буларак, төп әһәмияткә ия. Хәзерге вакытта бу положениеләр бик ныклап эшкәртелә.

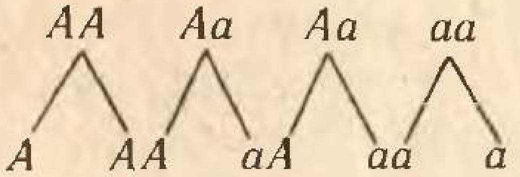
Хәзерге заманның фәнни мәгълүматлары нигезендә Дарвин иҗат иткән нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең нигезен мутацияләр

тәшкил итә дип расларга мөмкин. Аларны эволюцион процесс өчен төп башлангыч материал итеп карарга кирәк тә. Берише мутация йөртүче затлар икенче төрле мутация йөртүче затлар белән женси кушылалар. Геннарның яңа оештырмалары, яңа генотиплар барлыкка килә. Яңа төрләр ясалуга китерә торган табигый сайланыш өчен бу үзгәрүчәнлек башлангыч материалны бирә дә инде.

Популяцияләр генетикасы. Популяция төр яшәвенең төп формасы булып тора (18 бит). Эволюциянең башлангыч этапларын ачык итеп күз алдына китерү өчен, популяцияләрдә уза торган генетик процессларны өйрәнү бик мөһим. Популяцияләрдә генетик законнарның көчен генетиканың эволюцион теория өчен гаять әһәмиятле булган һәм популяцияләр генетикасы дип йөртелә торган аерым бер бүлеге өйрәнә. Генетиканың бу өлкәсендәге төп положениеләрнең кайберләре белән танышыйк.

Әйтик, популяциядә бер-береннән берәр пар аллельләре: *AA* һәм *aa* белән аерылып торган доминант һәм рецессив формалар ирекле кушылды ди (243 бит). Беренче буында барлык гибридлар да гетерозиготалы булырлар, ә инде F_2 дә һәм шуннан соңгы буыннарда таркалу башланыр. F_2 дә генотиплар $1AA + 2Aa + 1aa$ чагыштырмасында булыр. Ирекле кушылганда киләчәк буыннарда гомо- һәм гетерозиготалар чагыштырмасы нинди булыр соң? Аны исәпләп чыгаруы ансат, моның өчен төрле генотиплардан ничә һәм нинди гаметалар алачагыбызны билгеләргә кирәк.

Гаметалар:

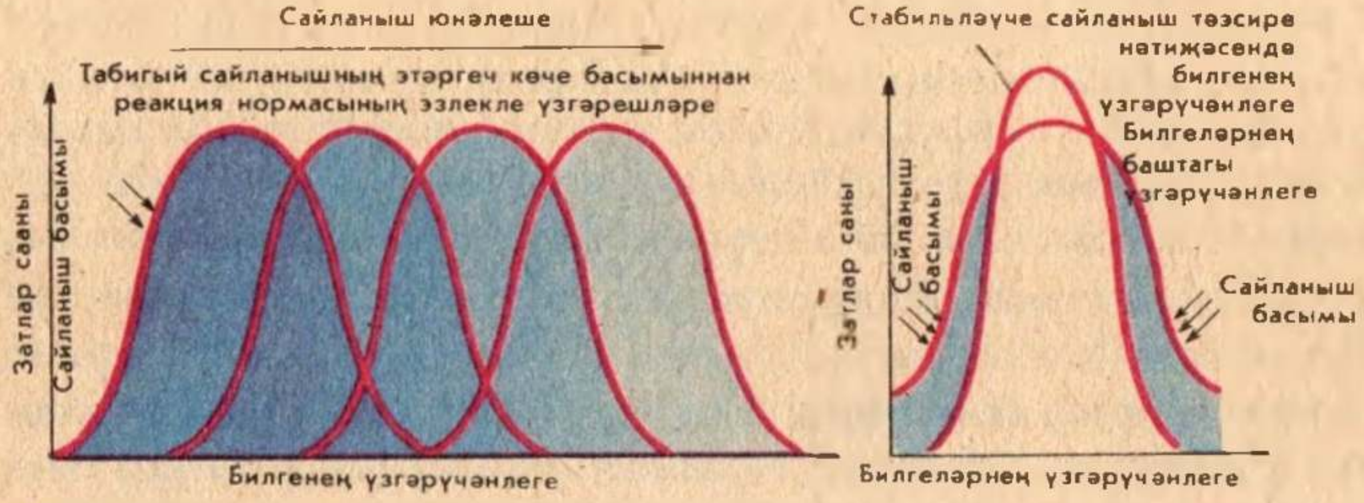


Гади исәпләү шуны күрсәтә: *A* һәм *a* геннарын (аллель геннар) йөртүче гаметалар саны тигез була. Димәк, зиготалар хасил булганда түбәндәге комбинацияләр барлыкка килә:

♀ ♂	0,5*A*	0,5*a*
0,5*A* 0,5*a*	0,25*AA* 0,25*Aa*	0,25*Aa* 0,25*aa*

Киләчәк буыннарда да шул ук чагыштырма кабатланыр.

Ирекле кушылганда буыннан буынга геннарның (һәм шуңа туры килгән гомо- һәм гетерозиготаларның) чагыштырмача ешлыгы үзгәрми. Бу закончалык, аны 1908 елда ачкан галимнәр-



119. Табигый сайланыш формалары.

нең исемнәре белән, Харди — Вайнберг законы дип атала. Ләкин бу закон түбәндәге шартларны саклаганда гына дөрес: популяция геннарның очраклы туры килүләрен тәэмин итәрлек зур булырга; билгеле бер геннар өчен уңайлы яки уңайсыз сайланыш булмаска; яңа мутацияләр килеп чыкмаска; шушы төрнең күрше популяцияләреннән башка генотиплы затларның миграциясе булмаска тиеш. Табигатьтәге популяцияләрдә бу шартлар үтәлми, чөнки табигый сайланыш тәэсир итә, затларның мутацияләре һәм миграцияләре булып тора. Бу исә популяцияләрдә геннарның тигезләнешен бозуга китерә.

Даими узып тора торган мутацион процесс һәм ирекле кушылу нәтиҗәсендә тышкы яктан беленмәгән нәселдәнлек үзгәрешләре популяция эчендә бик күп санда туплана (барлыкка килгән мутацияләрнең күпчелеге рецессив була). Эволюциянең башлангыч стадияләренең барышын аңлау өчен мөһим булган бу фактларны совет галиме С. С. Четвериков ачты. Үсемлек һәм хайваннарның табигый популяцияләрен генетик яктан өйрәнү чагыштырмача фенотипик беришлелек булганда аларда төрле рецессив мутацияләрнең гаҗәеп күп икәнлеген күрсәтте. Мутацияләре булган хромосомалар, күзәнәк бүленгәндә икеләтә арту сәбәпле, акрынлап популяцияләр арасында тарала бара. Мутацияләр гетерозиготалы булып торганда фенотипик яктан беленмиләр. Мутацияләрнең концентрациясе шактый югары дәрәҗәгә җитү белән, аллель рецессив геннар йөртүче затларның кушылу мөмкинлеге туа. Мондый очракларда мутацияләр фенотипик яктан беленер һәм турыдан-туры табигый сайланышның контроленә эләгер. Шулай итеп, һәр төр һәм аның һәр популяциясе, академик И. И. Шмальгаузен әйтүенчә, үзендә «нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге резервын» саклый торган катлаулы гетерозиготик

система ул; популяциянең яшәү шартлары үзгәргәндә, «нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге резервы» табигый сайланыш аша «мобилизацияләнергә» мөмкин. Һәр популяциянең үзенә генә хас генофонды була. *Генофонд — популяцияләрнең, төр яки башка систематик группаның геннар җыелмасы ул.*

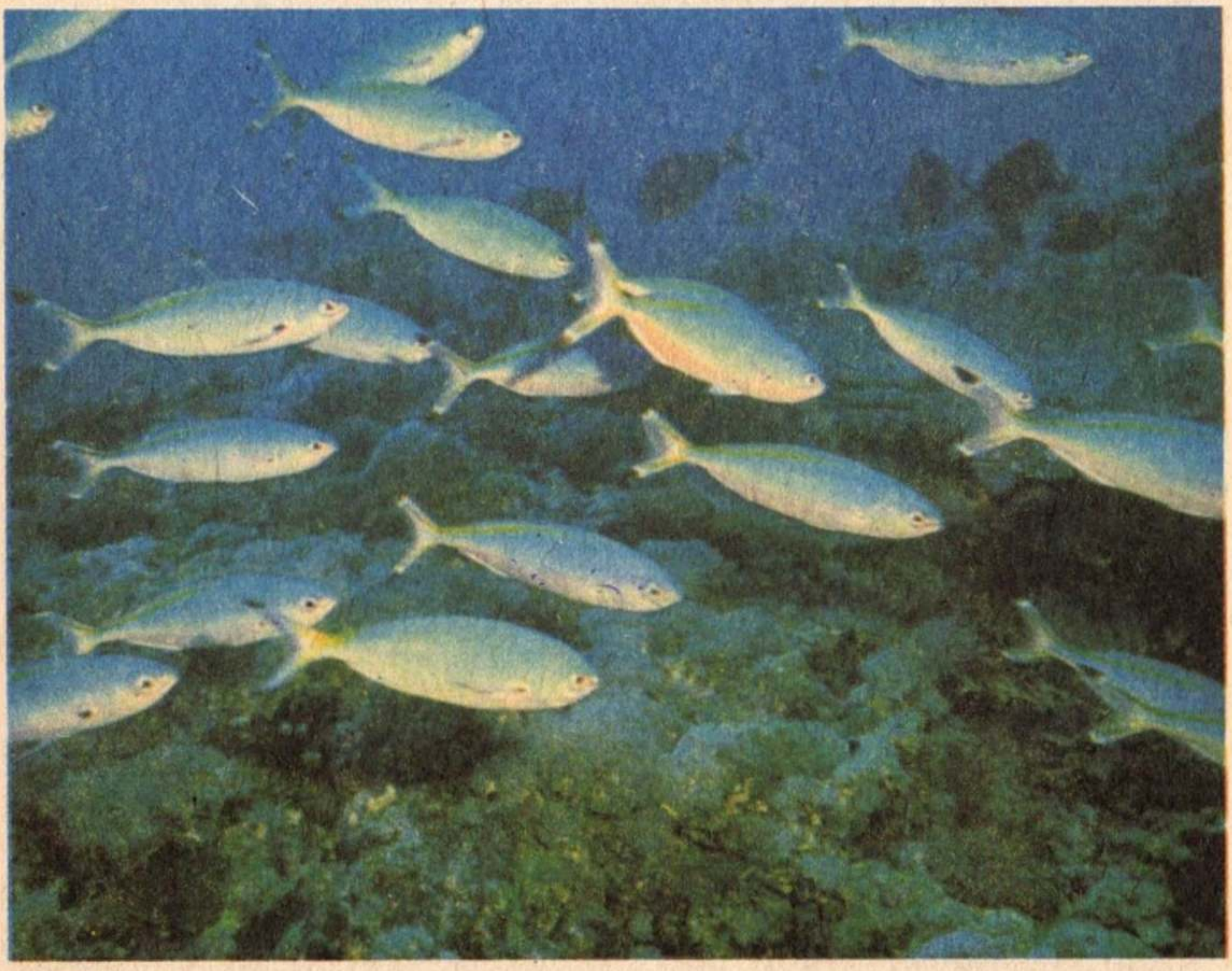
Һәр популяция үзендә табигый сайланыш юнәлешенә ярашлы тиз үзгәрүләргә мөмкинлекләр саклый.

Табигый сайланыш формалары. Генетика белән танышу безгә табигатьтә бара торган табигый сайланышның төрле формалары турындагы мәсьәләне тирәнәйтергә һәм конкретлаштырырга мөмкинлек бирә (32 бит). Әйләнә-тирәлекнең төрле шартларында табигый сайланышның тәэсире төрле характерда була. Әйтик, нәселдәнлекнең кайбер тайпылышлары файдалы булырлык шартлар туды ди. Бу очракта сайланыш тәэсире билгеле бер юнәлештә барыр. Бу фенотипның акрынлап үзгәрүенә, реакция нормаларының билгеле бер юнәлештә алмашынуына китерер [redacted]. Сайланышның мондый формасы *этәргеч сайланыш* дип йөртелә. Мисал китерик. Индустриаль үзәкләргә якын җирләрдә һавада корым, төтен күп була. Андагы каеннарның кәүсәләре карасу-көрән төскә керә. Каенда яшәүче каен карышлавыгы күбәләкләре арасында кайчак карасу төстәге мутантлар барлыкка килә. Авыл җирләрендәге гадәти шартларда мондый күбәләкләр каенның ак кабыгы фонында яхшы күренә. Шуңа күрә аларны кошлар чүпләп бетерә. Төтеннән каралган каенда эш бөтенләй башкача. Бу шартларда карасу карышлавыклар бик үк күренмиләр һәм табигый сайланыш аларны саклап кала. Күбәләкләрне ашаучы кошлар күбесенчә бу сайланышны тормышка ашыра торган фактор булалар. Сайланыш интенсив барганда, чагыштырмача кыска вакыт эчендә карасу төсе белән аерылып торган популяция килеп чыга. Мәсәлән, Манчестер шәһәре тирәсендә каен карышлавыгының карасу формасы аксыл төстәгеләрен якынча 20 ел эчендә кысрыклап чыгарган. Этәргеч сайланыш эволюциядә, җайлашулар үсешендә төп рольне уйный. Мәсәлән, атның биш бармаклы аяктан бер бармаклыга кадәр булган эволюциясе, утрау бөҗәкләренең канатсыз формалары хасил булу шулай ук барган һ.б.

Этәргеч табигый сайланыш белән беррәттән табигатьтә аның икенче формасы — *стабильләүче сайланыш* та бара. Чагыштырмача даими шартларда яшәп килгән төрләр өчен барлыкка килүче үзгәрешләр уңай булмаска мөмкин. Мондый очраклар-

да шушы билгенең азрак үзгәрүчәнлегенә илтә торган мутацияләр саклана һәм тагы да киңрәк үзгәрүчәнлеккә китерүче мутацияләр төшеп кала 119 . Стабильләүче сайланыш тәэсиренә бер мисал. Бөҗәкләр серкәләндерә торган үсемлекләрнең чәчәк өлешләре аз үзгәрүчән була. Бу исә менә нәрсәгә бәйле: чәчәк пропорцияләре аларны серкәләндерүче бөҗәкләр зурлыгына җайлашкан, шуңа күрә киң үзгәрүчәнлек серкәләнү барышына тискәре йогынты ясар иде. Стабильләүче сайланыш тәэсирендә чәчәк өлешләренең пропорцияләре һәм зурлыклары ныгып калган.

Стабильләүче сайланыш тәэсиренә икенче мисал югарыда китерелгән (33 бит). Англиядә, кар яуганнан һәм бураннардан соң, күбесенчә канатлары уртача озынлыктагы чыпчыклар исән калган. Озын канатлылар һәм кыска канатлылар күпләп үлгән. Сайланыш бу очракта «норманы саклый». Әгәр төр-



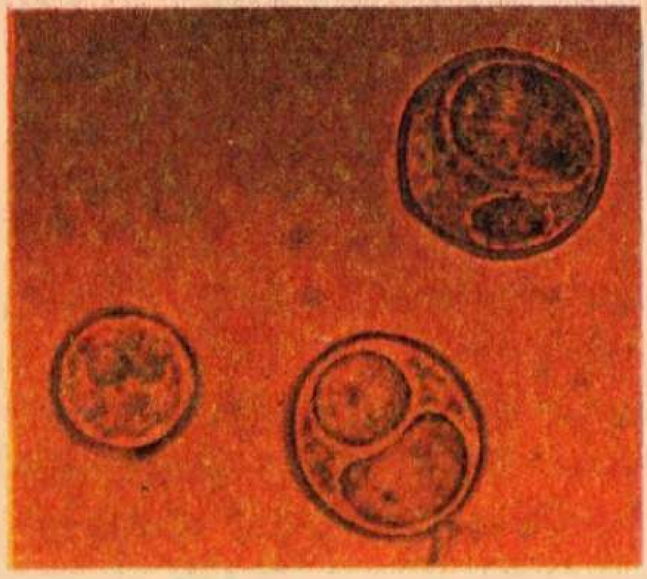
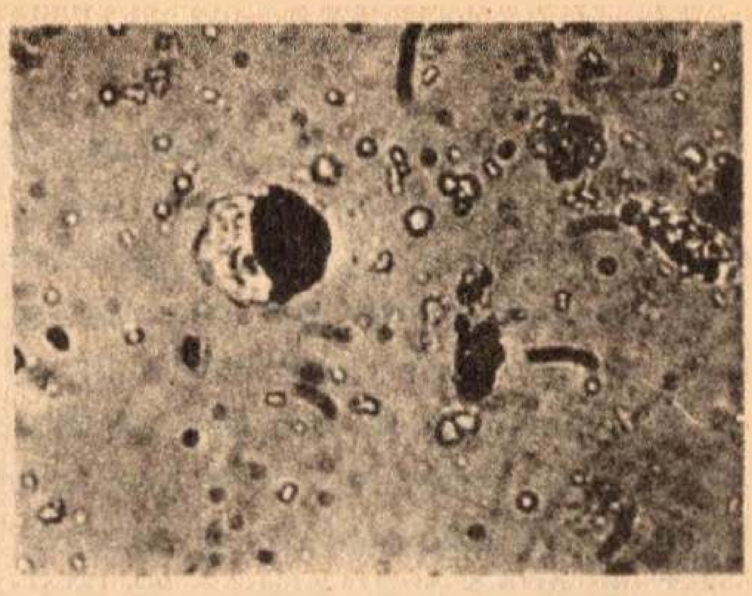
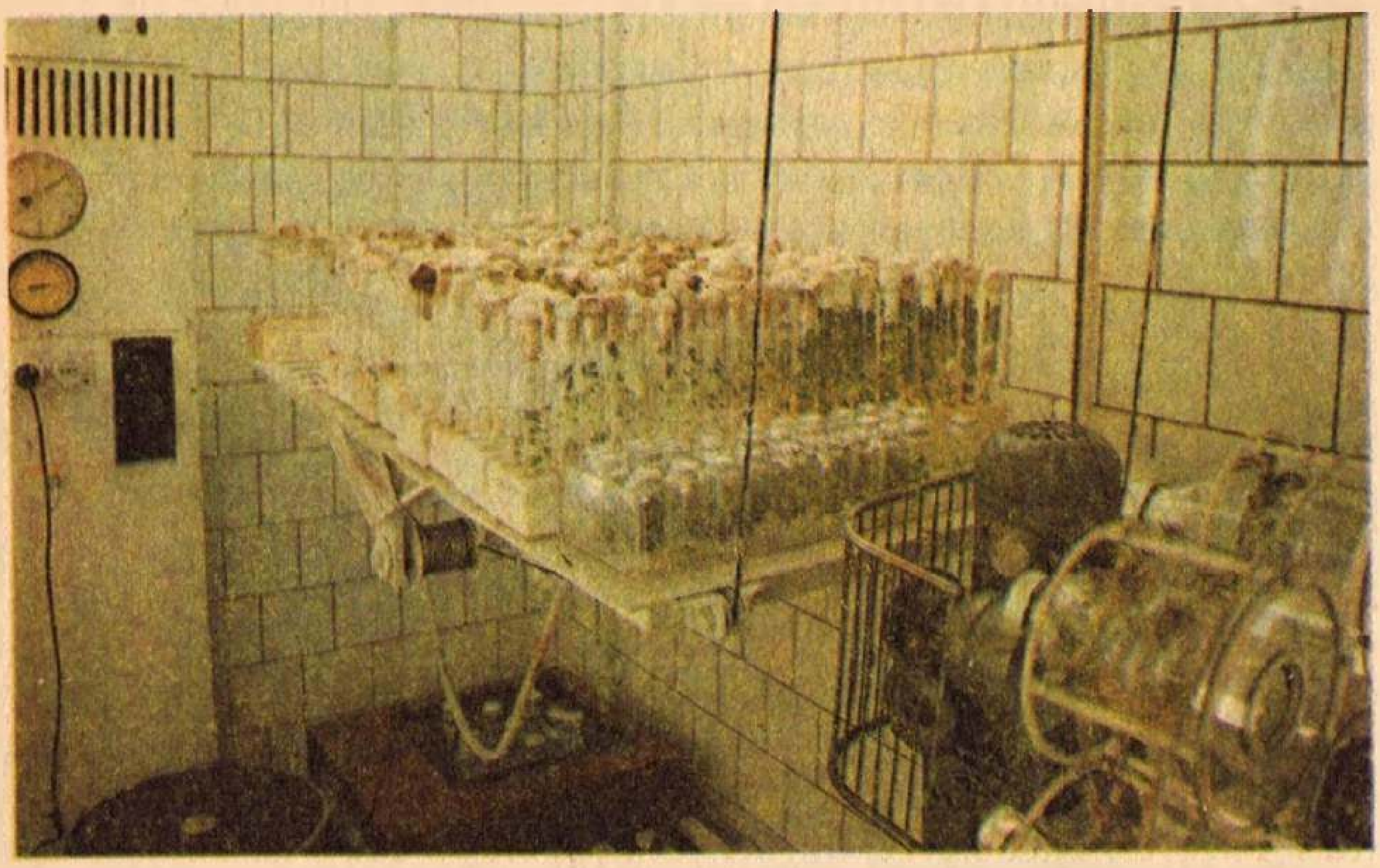
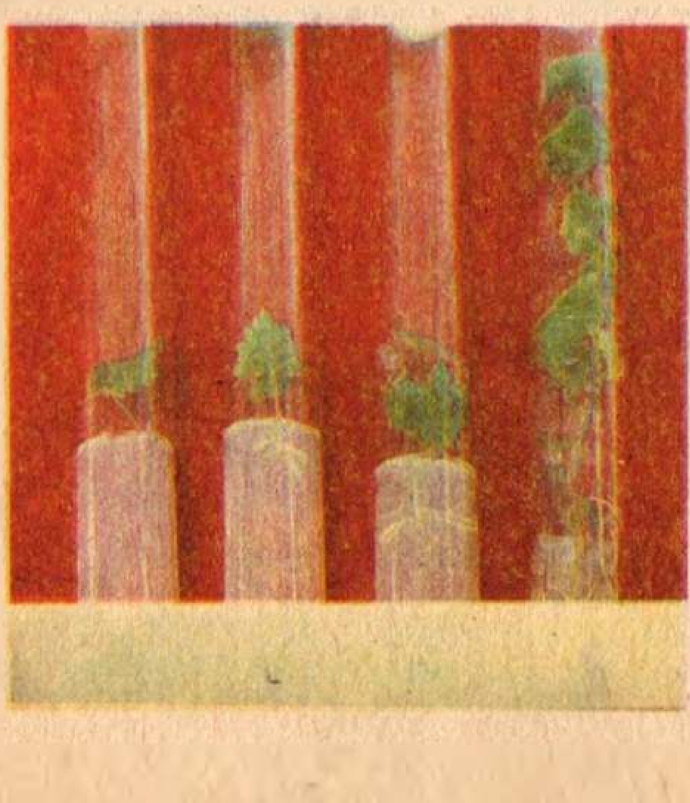
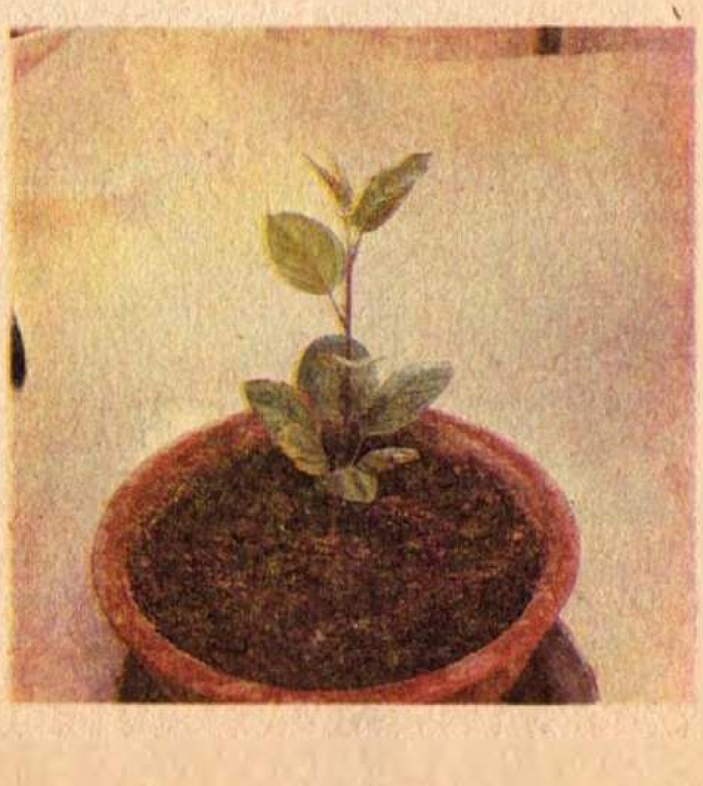
120. Стабильләүче сайланыш тәэсиренә мисал.
Тирәлекнең чагыштырмача даими шартларында стабильләүче сайланыш төрнең файдалы билгеләре саклануга ярдәм итә (йөзгечләр, уңай агышлы форма, гәүдә пропорциясе — барысы да суда тереклек итүгә җайлашкан).

нең яшәү шартлары озак вакытлар үзгәрмәсә, стабильләүче сайланыш үзгәрүгә түгел, ә төрнең шушы шартларга җайлашкан билгеләрен сакларга ярдәм итә. Әгәр төрнең яшәү шартлары үзгәрсә, сайланышның төр үзгәрүенә, яңа төр ясалуга илтүче этәргеч формалары өстенлек ала.

Сайланышның этәргеч һәм стабильләүче формалары табигатьтә бер-берсе белән тыгыз бәйләнгән. Әйләнә-тирәлекнең алмашынучан шартларында этәргеч сайланыш төрләрне үзгәртә. Стабильләүче сайланыш тирәлекнең чагыштырмача даими шартларында файдалы формаларны ныгыта [120].

Популяцияләрнең генетик анализы табигатьтә организмнарның үзгәрүчәнлек характеры турындагы белемнәребезне тирәнәйтергә һәм төгәллек кертергә, микроэволюциянең һәм төр ясалуның төп факторы буларак, табигый сайланышның тәэсир итү механизмын конкрет күз алдына китерергә мөмкинлек бирә.

1. Табигатьтә табигый сайланыш өчен башлангыч материалны үзгәрүчәнлекнең нинди формасы бирә? 2. Стабильләүче сайланыш нәрсә ул? Табигатьтә ул күбрәк нинди шартларда тормышка аша? 3. Табигый сайланышның этәргеч һәм стабильләүче формалары арасындагы чагыштырманы сез ничек күз алдына китерәсез? 4. «Популяциянең генофонды» төшенчәсен аңлатып бирегез.

IX бүлек

Үсемлекләр, хайваннар һәм микроорганизмнар селекциясе

64. Хәзерге заман селекциясенең бурычлары

Кеше бик борынгы заманнардан ук хуҗалык эшчәнлеге барышында үзен чолгап алган табигатьне үзгәртә килгән, кыргый хайваннарны кулга ияләштергән, үсемлекләр үстергән, үзе өчен файдалы токымнар һәм сортлар китереп чыгарган. Ләкин кешенең яңа сорт үсемлекләр һәм хайван токымнары китереп чыгаруының фәнни нигезләре Дарвин тарафыннан аның үзгәрүчәнлек, нәселдәнлек һәм сайланыш турындагы тәгълиматында гына ачылган.

Селекция сүзенең туры мәгънәсе сайланыш дигәнне аңлата. Ләкин киң мәгънәсендә селекция — нигездә авыл хуҗалыгының җитештерүчәнлеген күтәрүгә юнәлдерелгән һәм сайланыш турындагы тәгълиматка гына түгел, бәлки биологиянең башка күп кенә закончалыкларына да таянып эш итә торган комплекслы фән ул.

Селекциянең бурычы үсемлекнең яңа сортларын, яңа хайван токымнарын һәм микроорганизмнарның яңа штаммнарын булдырудан һәм булганнарын яхшыртудан гыйбарәт.

Күренекле совет генетигы һәм селекционеры академик Н. И. Вавилов, хәзерге заман селекциясенең эчтәлеген һәм бурычларын билгеләп, яңа сортлар һәм токымнар китереп чыгару өлкәсендә уңышлы эшләү өчен үсемлек һәм хайваннарның башлангыч сортлары һәм төрләренең күптөрлелеген, нәселдәнлек үзгәрүчәнлеген (мутацияләрне), өйрәнелә торган билгеләрнең үсешендә һәм барлыкка килүендә тирәлекнең ролен, гибридлаштырганда билгеләрнең нәселдән нәселгә күчү закончалыкларын, теләгән билгеләрне китереп чыгаруга һәм аларны ныгытуга юнәлдерелгән ясалма сайланыш формаларын өйрәнергә һәм истә тотарга кирәклеген күрсәтте.

◀ **Кыйммәтле үсентеләр алуның биотехнологиясе (күзәнәк инженериясе).**
Тышчасы алынган төрле күзәнәкләрнең эчке җисемнәре (өстә сул якта) бергә кушылу нәтиҗәсендә гибрид күзәнәк барлыкка килә (өстә уң якта). Аннан соң гибрид күзәнәк берничә этапта үрчи: башта махсус камерада (үзәктә), шуннан соң туклыклы катнашма салынган пробиркада. Формалашкан үсемлекне грунтка күчереп утырталар.

Н. И. Вавилов.

Нәрсә соң ул сорт яки токым? Кеше тарафыннан китереп чыгарылган һәм билгеле бер нәселдәнлек үзенчәлекләре — продуктлылык, морфологик һәм физиологик билгеләр белән характерлана торган затлар җыелмасын (популяцияне) хайван токымы яки үсемлек сорты дип атыйлар.

Һәр токым яки сортка үзен чолгап алган тирәлеккә карата билгеле бер реакция хас. Токым яки сорт фенотибының уңай сыйфатлары асрау, тукландыру һәм агротехниканың билгеле бер шартларында гына, климат факторларының билгеле бер комплексы булганда гына аеруча тулы чагылыш таба. Шуңа күрә бер илдә китереп чыгарылган токымнар һәм сортлар икенче ил өчен, башка туфрак-климат зонасы өчен һәр очракта да яраклы булып бетми.

Барлык илләрдә, шул исәптән Советлар Союзында да, фәнни һәм фәнни-практик учреждениеләрнең киң системасы: институтлар, селекция станцияләре, нәсел хуҗалыклары бар. Алар шушы катлаулы эш белән гомумдәүләт күләмендә, планлы рәвештә шөгыльләнәләр. Үсемлекләрнең яңа чыгарылган сортларының сыйфатын тикшерү өчен, безнең илдә сорт сынау участокларының киң челтәре (госсортосеть) бар. Терлекчелектә шундый эшне нәсел хуҗалыклары башкара.

Совет власте елларында бөртеклеләр, кузаклыларның, май, сүс бирә торган үсемлекләр, яшелчә һәм башка культураларның йөзләрчә яңа сортлары китереп чыгарылды. Дәүләт сорт сынау комиссиясе тарафыннан бодайның гына да 300 дән артык сорты апробацияләнде һәм районлаштырылды.

СССРда мөгезле эре терлекнең югары продуктлы күп кенә токымнары: холмогор, ярослав, украин соры токымнары һ.б. бар. Селекция илебездә Азык-төлек программасын тормышка ашыруда зур роль уйный.

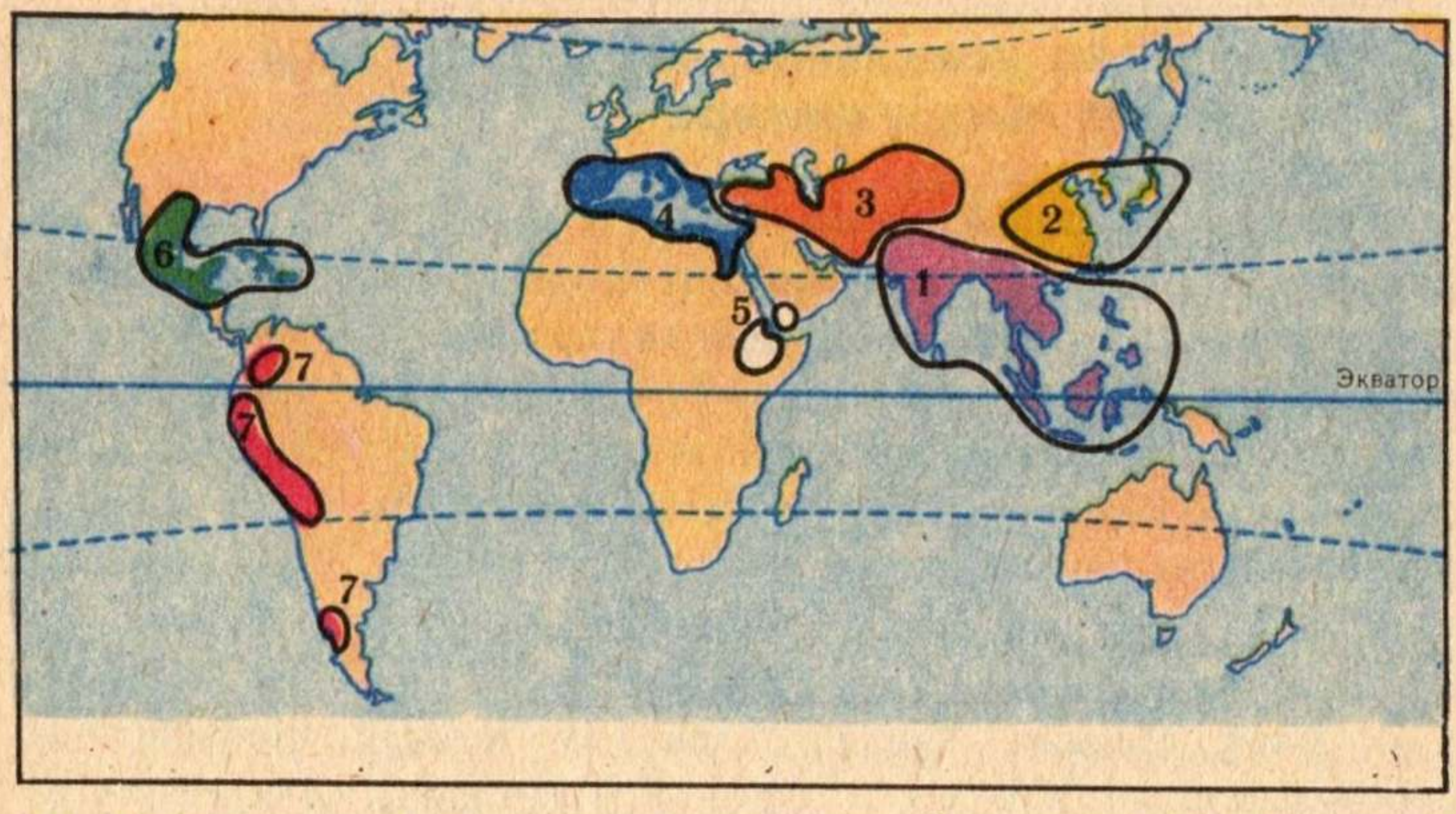
! 1. Нәрсә ул селекция? Селекциянең үсеше өчен Дарвин теориясенең һәм хәзерге заман генетикасының нинди әһәмияте бар? 2. Сорт һәм токым нәрсә ул? Мисаллар белән аңлатыгыз.

65. Культуралы үсемлекләрнең күптөрлелек һәм килеп чыгу үзәкләре

Селекция өчен файдаланыла торган башлангыч материал никадәр күптөрле булса, яңа сортлар булдыру өчен мөмкинлекләр дә шулкадәр күбрәк һәм селекция нәтиҗәләре дә шулкадәр уңышлырак була. Тик табигатьтә бу күптөрлелекне кайдан эзләргә соң? Н. И. Вавилов үзенең хезмәттәшләре белән үткәргән күпсанлы экспедицияләр нәтиҗәсендә культуралы үсемлекләрнең күптөрлелеген һәм географик таралышын өйрәнә. Экспедицияләр Советлар Союзының барлык территориясендә һәм күп кенә чит илләрдә: Иран, Афганстан, Урта диңгез буе илләре, Эфиопия, Үзәк Азия, Япония, Төньяк, Үзәк һәм Көньяк Америка һәм башка илләрдә үткәрелә. Бу экспедицияләр вакытында культуралы үсемлекләрнең 1600 гә якын төре өйрәнелә. Экспедицияләрдән үсемлек орлыкларының меңләгән үрнәкләрен алып кайталар. Аларны Бөтенсоюз үсемлекчелек институтының илебездәге төрле географик зоналарда урнашкан питомникларына чәчәләр. Дөньядагы культуралы үсемлекләрнең күптөрлелеген өйрәнү эше хәзер дә дәвам итә. Бу гаять кыйммәтле һәм һаман тулыландырыла бара торган уникаль коллекцияләр селекция эшләре өчен материал булып тора.

Шушы ифрат күп материалны өйрәнү нәтиҗәсендә, культуралы үсемлекләрнең күптөрлелеге барлык географик зоналарда да бер үк булмавын күрсәтеп, Н. И. Вавилов мөһим закончалыклар ачты. Төрле культураларның һәркайсының үз күптөрлелек үзәкләре бар. Аларда сортларның, төрчәләрнең иң күбесе һәм нәселдән читкә тайпылышларның төрле чагылышлары тупланган. Күптөрлелекнең бу үзәкләре билгеле бер культура сортларының килеп чыгу районы да булып тора. Мондый үзәкләрнең күпчелеге борынгы игенчелек төбәкләренә туры килә. Болар тигезлекле районнар булмыйча, күбесенчә таулы районнар. Н. И. Вавилов баштарак күптөрлелекнең шундый 8 үзәген атый. Үзенең соңгырак эшләрендә исә ул 7 төп үзәкне күрсәтә

1. Көньяк Азиядәге тропик үзәк. Тропик Һиндстан, Һинд-Кытай, Көньяк Кытай, Көньяк-Көнчыгыш Азиядәге утраулар. Культуралы үсемлекләргә гаҗәеп бай (билгеле булган культуралы үсемлек төрләренең яртысы диярлек шунда үсә). Дөге, шикәр камышы, бик күп җиләк-җимеш һәм яшелчә культураларының туган җире.



121. Культуралы үсемлекләрнең күптөрлелек һәм килеп чыгу үзәкләре (Н. И. Вавилов буенча).

2. Көнчыгыш Азиядәге үзәк. Үзәк һәм Көнчыгыш Кытай, Япония, Тайвань утравы, Корея. Соя, тарының берничә төре, күп кенә җиләк-җимеш һәм яшелчә культураларының туган җире. Бу үзәк тә культуралы үсемлек төрләренә бай — дөньядагы культуралы үсемлек төрләренең 20% ы чамасы шунда урнашкан.

3. Көньяк-Көнбатыш Азиядәге үзәк. Кече Азия, Урта Азия, Иран, Афганстан, Төньяк-Көнбатыш Һиндстан. Бу үзәк — бодайның, арышның берничә формасының, күп кенә бөртекле, кузаклыларның, виноград, җиләк-җимешләрнең туган җире. Дөньядагы культуралы флораның 14% ы шунда килеп чыккан.

4. Урта диңгез буендагы үзәк. Урта диңгез яр буйларындагы илләр. Гаять зур борынгы цивилизацияләр урнашкан бу үзәк культуралы үсемлекләрнең 11% ка якын төрен биргән. Алар арасында зәйтүн, күп кенә азык үләннәре (клевер, бер чәчәкле ясмык), яшелчәләр (кәбестә) һәм терлек азыгы культуралары бар.

5. Абиссиниядәге үзәк. Африка материгындагы культуралы үсемлекләрнең гаять үзенчәлекле флорасына ия булган кечерәк кенә бер районы (Эфиопия территориясе). Игенчелек культурасының үзенә бертөрле бик борынгы учагы булса кирәк. Игелә торган соргоның, бананның бер төренең, май үсемлеге нутның, бодай белән арпаның үзенчәлекле кайбер формаларының туган җире.

6. Үзәк Америкадагы үзәк. Көньяк Мексика. Кукуруз, озын җепселле мамык, какаоның, күп кенә кабакчаларның, фасоль-

нең—барысы 900 төргә якын культуралы үсемлекнең туган җире.

7. Анд (Көньяк Америка) үзәге. Көньяк Американың көнбатыш яры буйлап урнашкан Анд тау сырты районнарының бер өлешен эченә ала. Күпләгән бүлбеле үсемлекләр, шул исәптән бәрәңгенең, кайбер дару үсемлекләренең (кокаин куагы, хина агачы һ.б.) туган җире.

Культуралы үсемлекләрнең иң зур күпчелеге килеп чыгышлары ягыннан югарыда күрсәтелгән географик үзәкләрнең берсенә яки берничәсенә бәйле.

1\. Культуралы үсемлекләрнең күптөрлелек һәм килеп чыгу үзәкләре турында Н. И. Вавилов тәгълиматының практик селекция өчен нинди әһәмияте бар?

66. Үсемлекләр селекциясе

Үсемлекләр селекциясенең төп методлары. Үсемлекләр селекциясенең төп методлары — гибридлаштыру һәм сайлап алу. Гадәттә бу методлар бергә кулланыла.

Сайлап алу методлары билгеле бер төрдәге үсемлекләрнең үрчү формасына бәйле. Сайлап алуның төп ике формасын: күпләп һәм индивидуаль сайлап алу формаларын аерып йөртәләр.

Күпләп сайлап алу башлангыч материалдан селекционер теләгән билгеләре булган тулы бер төркемне аерып алудан гыйбарәт.

Күпләп сайлап алу читтән серкәләнүче үсемлекләргә карата ешрак кулланыла. Арышның киң таралган күп кенә сортлары (мәсәлән, Вятка сорты) әлеге метод белән китереп чыгарылган. Күпләп сайлап алу генотипик яктан бертөрле материал хасил булуга китерми, чөнки читтән серкәләнүче үсемлекләр популяцияләрендә һәрвакыт күп санда гетерозиготалы затлар була (243 бит). Күпләп сайлап алу гадәттә эзлекле дәвам итүче буыннарда күп тапкыр кулланыла, ләкин ул бер генә тапкыр булырга да мөмкин.

Индивидуаль сайлап алу кешене кызыксындыручы билгеләре булган аерым затларны билгеләп, алардан үрчем алудан гыйбарәт. Ул да шулай ук бер генә тапкыр яки кабат-кабат үткәрелергә мөмкин. Күбесенчә бу метод үзеннән серкәләнә торган үсемлекләргә (бодай, арпа, солы) карата кулланыла. Үзеннән серкәләнә торган бер затның нәсел буыннарын саф линия дип

атыйлар. Индивидуаль сайлап алу саф линияләр килеп чыгуына китерә, ә саф линияләр, үзләреннән серкәләнү аркасында, гомозиготалы формалардан гыйбарәт. (Моногибрид аталандыруны исегезгә төшерегез, ул гетерозиготалар саны кимүгә, ә гомозиготалар саны артуга китерә, 243 бит). Индивидуаль сайлап алу нәтиҗәсендә, гомозиготалы бер яки берничә саф линиядән гыйбарәт сортлар килеп чыга. Ләкин саф линияләрдә дә мутацияләр була, гетерозиготалы затлар барлыкка килә.

Вегетатив юл белән үрчи торган үсемлек сортларында хуҗалык өчен файдалы билгеләре булган теләсә нинди гетерозиготалы форманы сакларга һәм үрчетергә мөмкин. Җенси юл белән үрчегәндә, гетерозиготалы затлардан торган сортларның үзлекләре сакланмый һәм алар таркала башлый.

Читтән серкәләнә торган үсемлекләрдә үзеннән серкәләнү. Гетерозис күренеше. Үзеннән серкәләнү гомозиготалылыкның артуына китерә, бу исә нәселдәнлек үзлекләренең ныгуына булышлык итә. Читтән серкәләнә торган үсемлекләрне селекцияләү вакытында, алардан саф линия алу, сортның кирәкле сыйфатларын ныгыту өчен, бу методтан файдаланырга мөмкинме соң? Үсемлекләрдә үзеннән серкәләнүнең һәм хайваннарда ырудаш кушылуның барлыгы, ләкин мондый аталануның тереклек сәләтен, продуктлылыкны киметүгә, нәсел бозылуга китерүе Дарвинга да инде яхшы билгеле булган.

Үзеннән серкәләнүнең начар тәэсире нәрсә белән аңлатыла соң? Төп сәбәпләрнең берсе — күпчелек геннарның гомозигота хәленә күчүе. Организмнарда бертуктаусыз мутация процессы бара. Мутацияләрнең күбесе рецессив һәм аларның шактый өлеше кирәкмәгән нәселдәнлек үзгәрешләре китереп чыгара (274 бит). Читтән серкәләнә торган үсемлекләрдә бу рецессив мутацияләр тыштан караганда беленмиләр, чөнки гетерозигота хәлендә булалар. Үзеннән серкәләнгәндә алар гомозигота хәленә күчәләр һәм йогынты ясый башлыйлар. Үзеннән серкәләнә торган үсемлекләрдә рецессив кирәкмәгән мутацияләр тупланмый, чөнки алар бик тиз гомозигота хәленә күчәләр һәм табигый сайланыш процессында юкка чыгарыла баралар.

Үзеннән серкәләнү тискәре йогынты ясауга карамастан, селекциядә аны читтән серкәләнә торган үсемлекләр өчен еш һәм уңышлы кулланалар. Гадәттә башта гомозиготалы линияләр китереп чыгаралар, аннан соң аларда кирәкле билгеләрне ныгыталар. Әмма бу вакыт уңыш бирү кискен кими. Шуннан соң үзен-

нән серкәләнә торган төрле линияләр арасында читтән серкәләнү үткәрәләр. Нәтиҗәдә күп кенә очракларда югары уңыш бирә торган гибридлар килеп чыга. Мондый алым *линияара гибридлаштыру* дип атала. Аны кулланганда еш кына *гетерозис* (ягъни *гибрид көче)* эффекты күзәтелә.

Гетерозисның асылы шунда: беренче гибрид буын югары уңыш бирүчән һәм яшәргә сәләтлерәк була. Әмма гадәттә икенче буыннан башлап ук инде гетерозисның нәтиҗәлелеге кими.

Гетерозисның генетик нигезләре әле җитәрлек ачыкланмаган, ләкин монда, һичшиксез, гибридларның физиологик активлыгы артуга бәйләнгән югары гетерозиготалылык уңай роль уйный.

Практикада болай эшлиләр. Башта үзеннән серкәләнә торган бик күп линияләр булдыралар, аннары аларны үзара кушылдыралар. Тәҗрибә юлы белән иң югары гетерозис эффекты бирә торган комбинацияләрне ачыклыйлар. Әлеге линияләрне саклап, авыл хуҗалыгында файдаланыла торган орлык алу өчен аларны үзара кушылдыралар. Беркадәр катлаулырак булса да, бу юл югары күрсәткечләр бирә.

Сайлап алуның нәтиҗәлелеге. Башлангыч материал никадәр төрлерәк булса, сайлап алу шулкадәр нәтиҗәлерәк була. Гибридлаштыру, географик чыгышы ягыннан төрле булган үсемлекләрне файдалану, төрле тышкы факторлар тәэсирендә мутацион үзгәрүчәнлекне күтәрү дә селекция материалының төрлелеген арттыруга булышлык итә (233 бит).

Сайлап алу белән кушылдыруны бергә алып бару — селекция эшенең иң нәтиҗәле юлларыннан берсе.

Башлангыч материалның нәселдәнлек билгеләре күптөрле булмаган очракларда сайлап алу әллә ни нәтиҗә бирми. Күпчелек геннары буенча гомозиготалы булган саф линияләрдә сайлап алу юлы практик яктан нәтиҗәле түгел. Бу очракта бары тик мутацияләр генә нәселдәнлек үзгәрешләренең чыганагы була ала.

Үзеннән серкәләнүче үсемлекләр сайлап алу, гадәттә, нәселдәнлек билгеләре бертөрле булмаган баштагы популяциядән саф линияләр килеп чыкканга кадәр генә уңай нәтиҗә бирә. Шуннан соң аның тәэсире бетә. Линиянең үзлекләрен үзгәртү өчен, гибридлаштыру уздыралар, ул комбинатив үзгәрүчәнлеккә китерә. Генотипларының составы ягыннан сорт үзенең бертөрлелеген югалта, һәм сайлап алу тагын нәтиҗәле була башлый.

Үсемлекләр селекциясендә ясалма һәм табигый сайланыш. Нәселдән килгән үзгәрүчәнлеккә нигезләнгән ясалма сайланыш сорт һәм токымны үзгәртүдә төп чара булып хезмәт итә. Ләкин сортка табигый сайланыш тәэсир итүен дә онытмаска кирәк.

Культуралы үсемлекләрне кырларда, питомникларда һәм башка җирләрдә үстергәндә, аларга тышкы факторларның бөтен комплексы — температура, дымлылык, яктылык һ.б. тәэсир итә. Димәк, табигый сайланыш ясалма сайланыш белән бер үк вакытта бара һәм үсемлекләрнең тирәлек шартларына җайлашуын арттыра төшә. Яңа булдырыла торган сорт һәрвакыт кеше эшчәнлегенең һәм табигый сайланышның, ягъни бер үк вакытта тәэсир итә торган ике төркем факторларның нәтиҗәсе булып тора.

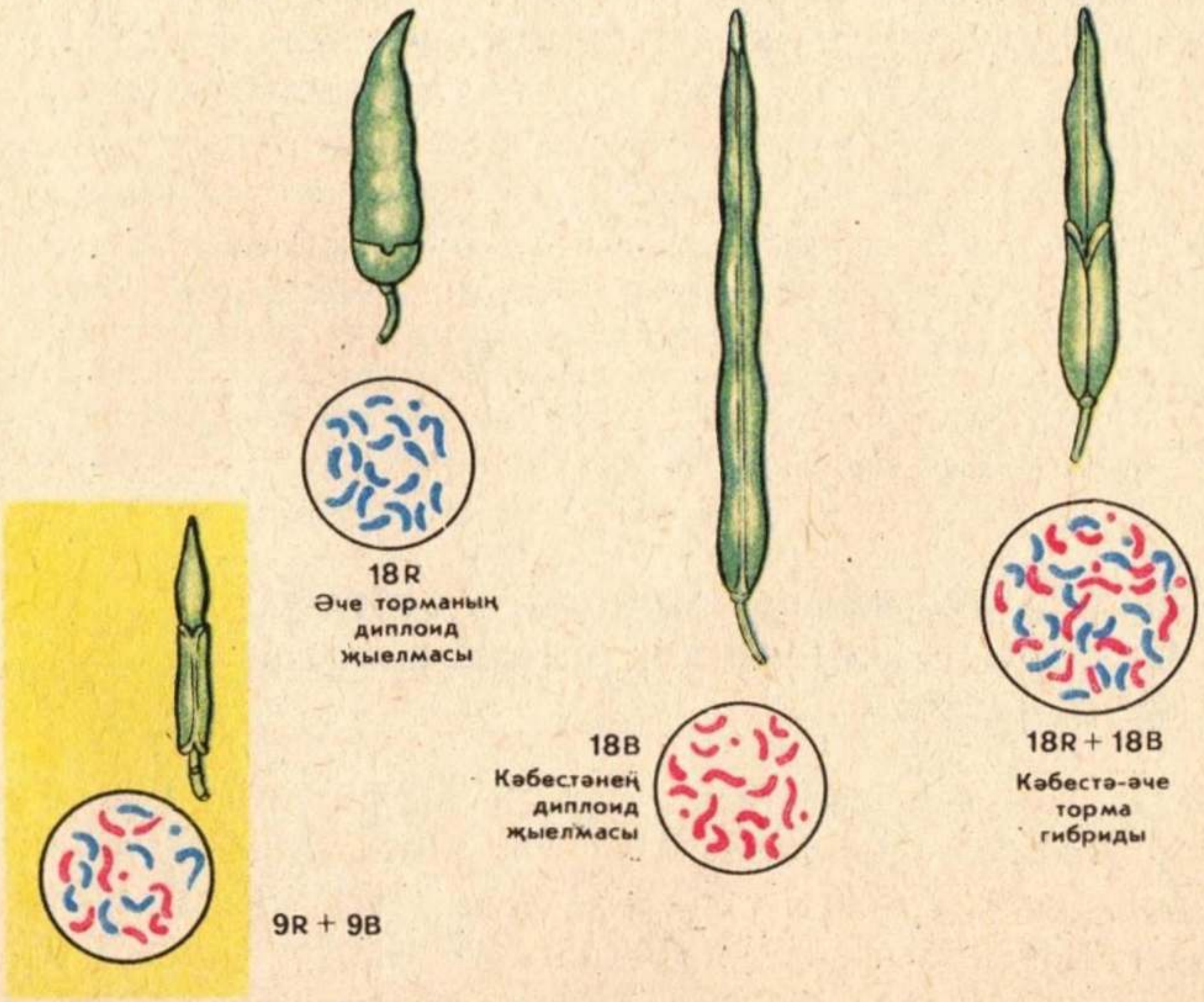
Полиплоидия. Ырудаш кыргый төрләре белән чагыштырганда, культуралы үсемлекләрнең күбесе полиплоидлар (276 бит). Андый үсемлекләргә бодай, бәрәңге, шикәр чөгендеренең кайбер сортлары, бакча каен җиләге һ.б. керә.

Генетикада һәм селекциядә полиплоидларны экспериментал юл белән табуның берничә методы бар. Башлангыч (диплоид) формалар белән чагыштырганда, күп кенә полиплоидлар югары уңыш бирүчән була. Соңгы елларда Советлар Союзында экспериментал юл белән китереп чыгарылган полиплоид шикәр чөгендере һәм карабодай киң таралды.

Ерак төрләрне гибридлаштыру. Культуралы үсемлекләрнең күп продукт бирә торган яңа формаларын китереп чыгаруда ерак төрләрне кушылдыру перспективалы санала. Кушылдыру гадәттә бер төр эчендә үткәрелә. Ләкин кайчакта бер ыругның төрле төрләрен, хәтта башка ыруг үсемлекләрен кушылдырып та гибридлар алырга мөмкин. Мәсәлән, арыш белән бодай, бодай белән башаклы кыргый үсемлек эгилопс гибридлары бар. Ләкин ерак төрләрнең гибридлары гадәттә үрчемсез була.

Үрчемсезлекнең төп сәбәпләрен күрсәтеп үтик. Гадәттә ерак гибридларда җенес күзәнәкләренең җитлегү барышы нормаль булмый. Үсемлекләрдә ата-ана төрләренең хромосомалары бер-берсенә шулкадәр охшамаган була ки, хәтта хромосомалар конъюгациягә сәләтсез булып чыгалар, шуның нәтиҗәсендә сан ягыннан аларның редукциясе нормаль бармый, мейоз процессы бозыла. Кушыла торган төрләр хромосомалар саны ягыннан аерылганда (мәсәлән, арыш хромосомаларының диплоид саны — 14, йомшак бодайның — 42), мондый бозылулар тагын да арта.

Төрара үсемлек гибридларының үрчемсезлеген бетерү. Төрара гибридларның үрчемсезлеген бетерү ысулын табу — хәзерге заман генетикасы һәм селекциясенең күренекле казанышларыннан берсе булды, һәм бу ысул кайбер очракларда нормаль үрчи торган гибридлар алуга китерә. Беренче тапкыр моңа совет генетигы Г. Д. Карпеченко 1924 нче елда торма белән кәбестәне кушылдырганда ирешә. Бу ике төрнең һәркайсында (диплоид җыелмада) 18 әр хромосома бар 122. Шуңа ярашлы рәвештә аларның гаметалары 9 ар хромосома (гаплоид җыелма) йөртә. Гибридның да 18 хромосомасы була, ләкин ул бөтенләй үрчемсез, чөнки «торма» белән «кәбестә» хромосомалары мейозда берберсе белән конъюгацияләнми. Г. Д. Карпеченко гибридларның хромосомалар санын икеләтә арттыруга ирешә. Нәтиҗәдә гибрид организмында торма белән кәбестәнең ике тулы диплоид җыелмасыннан торган 36 хромосома булып чыга. Бу исә мейоз өчен нормаль мөмкинлекләр тудыра, чөнки һәр хромосоманың пары була. «Кәбестә» хромосомалары белән «кәбестә» хромосомалары, «торма» хромосомалары белән «торма» хромосомалары конъю-



122. Кәбестә-торма гибриды.

гацияләнә. Һәр гамета торманың һәм кәбестәнең берәр гаплоид җыелмасын $(9 + 9 = 18)$ йөртә. Зиготада яңадан 36 хромосома булып чыга. Шулай итеп, барлыкка килгән төрара гибрид үрчемлегә әверелә. Ул ата-ана формаларына таркалмый, чөнки торма һәм кәбестә хромосомалары һәрвакыт бергә булалар. Кеше тарафыннан китереп чыгарылган бу яңа үсемлек тормага да, кәбестәгә дә охшамый. Аның кузаклары, һәр ике үсемлек өчен арадаш бер рәвештә булып, ике өлештән тора; бер өлеше — кәбестә кузагын, икенчесе торма кузагын хәтерләтә. Ерак төрләрне гибридлаштырганда хромосомалар санын икеләтә арттыру (полиплоидия) үрчүчәнлекне тулысынча торгызуга китерә.

Ерак төрләрне гибридлаштыру нәтиҗәләре. Ерак төрләрне гибридлаштыру нәтиҗәсендә барлыкка китерелгән культуралы үсемлекләр аз түгел. Мәсәлән, академик Н. В. Цицин һәм аның хезмәткәрләренең күпьеллык тырышлыгы нәтиҗәсендә, бодай белән чүп үлән сарутны гибридлаштырып, башаклыларның яхшы сортлары китереп чыгарылды. Гибридлары гадәттә үрчемсез булган бодай белән арышны гибридлаштыру нәтиҗәсендә тритикале (лат. Triticum — бодай, Secale — арыш) дип аталган яңа культуралы үсемлек алынды. Югары уңыш бирә торган һәм тышкы тирәлекнең уңайсыз факторларына чыдам бу үсемлек азык һәм бөртекле культура буларак бик перспективалы.

Ерак төрләрне гибридлаштыру җиләк-җимеш үстерүдә киң кулланыла.

! 1. Үсемлекләр селекциясендә сайлап алуның нинди формаларын кулланалар? 2. Үсемлекләр селекциясендә үзеннән серкәләнүнең нинди уңай һәм тискәре яклары бар? 3. Нәрсә ул гетерозис һәм селекциядә ул ничек кулланыла? 4. Полиплоидия нәрсә ул? Культуралы үсемлекләр китереп чыгаруда аның роле нинди? 5. Ерак төрләрне гибридлаштырган вакытта үрчемсезлекнең сәбәпләре нәрсәдә?

67. И. В. Мичурин хезмәтләре. Советлар Союзында үсемлекләр селекциясенең казанышлары

И. В. Мичурин хезмәтләре. Күренекле рус галиме һәм селекционер Иван Владимирович Мичурин җиләк-җимеш агачларының һәм башка культуралы үсемлекләрнең яңа сортларын чыгаруга 60 еллык киеренке хезмәтен багышлаган. Ул үзенең беренче эшләрен үткән гасырның 70 нче елларында ук элекке Тамбов гу-

бернасының Козлов (хәзерге Мичуринск) шәһәрендә кечкенә генә питомникта башлап җибәрә.

И. В. Мичурин үзенең тикшеренүләрен бары тик Октябрь революциясеннән соң, аның карамагындагы питомник зур дәүләт учреждениесенә әйләндерелгәч кенә, киң җәелдереп җибәрә алды.

Зур уңышларга китергән методлар һәм карашларга И. В. Мичурин тиз генә ирешми. Эшчәнлеген башлап җибәргәндә, ул көньяк сортларны Тамбов өлкәсенең кырыс, салкын кышлы климатына күнектерү тәҗрибәләре үткәрүгә зур көч куя. Ләкин аның бу тырышлыклары уңышсыз булып чыга. Көньяк сортлар кышын өшеп бетә. Гади климатлаштыру методының нәтиҗәсез булуына ышангач, И. В. Мичурин селекциянең яңа методларын эшләүгә керешә.

И. В. Мичурин хезмәтләренең нигезендә төп өч методны: гибридлаштыру, сайлап алу һәм үсә торган гибридларга тирәлек шартлары белән тәэсир итүне (аларны теләгән юнәлештә «тәрбияләү»не) бергә куллану ята.

И. В. Мичурин гибридлаштыру өчен башлангыч ата-ана формаларын сайлауга зур әһәмият бирә. Ул салкынга чыдам җирле сортларны көньякта үсә торган яхшы сортлар белән куша; алынган чәчкеннәрне бик җентекләп сайлап ала һәм, черемәгә бай туфракка утыртмыйча, чагыштырмача кырыс шартларда үстерә. И. В. Мичурин гибридның үсеше вакытында билгеләрнең өстенлек алуын идарә итәргә мөмкин икәнлеген күрсәтә (271 бит). Тышкы факторларның өстенлелеккә тәэсире исә гибрид үсешенең баштагы стадияләрендә генә нәтиҗәле була. Мондый юл белән алынган сортларга, мәсәлән, Антоновканы алманың көньяк сорты — ананас сыман Ранет белән гибридлаштыру нәтиҗәсендә китереп чыгарылган Славянка алмагачы керә.

И. В. Мичурин гибридлаштыру үткәреләсе җирдә үсми торган, географик яктан бер-берсеннән ерак торган формаларны кушылдыруга аеруча әһәмият бирә. Шушы юл белән И. В. Мичурин җимеш агачларының күп кенә сортларын барлыкка китерә. Алмагачның Бельфлер-китайка сорты шул исәпкә керә. Ул Себердә үсә торган Кытай алмагачын Американың сары Бельфлер сорты белән гибридлаштыру нәтиҗәсендә алына. Кытай алмагачы салкынга чыдамлылыгы һәм авыруларга бирешмәүчәнлеге белән, Бельфлер исә алмаларының бик тәмле булуы белән характерлана. Мичуринның танылган Кышкы Бере сортлы грушасы

Уссури кыргый грушасын көньяк Франция сорты Бере-рояль белән гибридлаштырудан килеп чыккан.

И. В. Мичуринның гибридларны «тәрбияләү» методларыннан ментор методын күрсәтеп үтәргә кирәк. Аның асылы үстерелә торган гибридның билгеләрен ялгам һәм ялганма тәэсирендә үзгәртүдән гыйбарәт. Бу методны Мичурин ике вариантта кулланган. Беренче очракта гибрид чәчкен ялгам итеп алына һәм, гибрид сыйфатларын ялганма сыйфатлары юнәлешендә үзгәртү өчен, җимеш бирә торган агачка (ялганмага) ялгана. Икенче очракта ялганма булып хезмәт иткән яшь гибрид чәчкеннең ябалдашына гибридка күчерергә теләгән сыйфатларга ия булган сортның чыбыкчасын ялгыйлар.

И. В. Мичурин ментор методын, мәсәлән, Бельфлер-китайка алмагачын китереп чыгарганда куллана. Беренче елны гибридларның җимешләре вак һәм әче була. Гибридның үсешенә теләгән юнәлешне бирү өчен, яшь агачларның ябалдашына Бельфлер чыбыкчалары ялгана. Чыбыкчалар йогынтысында алдагы елларда гибридның җимешләре Бельфлер тәмен ала башлый. Ментор йогынтысын гибридның үсеш процессында өстенлекнең үзгәрүе итеп карарга кирәк. Бу очракта ментор, гибридның генотибын үзгәртмичә, Бельфлер сортыннан алынган геннарның фенотипик беленүенә (өстенлек итүенә) булышлык итә.

И. В. Мичурин ерак төрләрне гибридлаштыруны — төрле төр, хәтта ыруг затларын кушылдыруны — кулланып та эш итә. Һәм шул рәвешле ул кара җиләк белән кура җиләге, слива белән күгән, миләш белән Себер дүләнәсе гибридларын һ.б. китереп чыгара.

И. В. Мичурин китереп чыгарган сортларның күбесе — катлаулы гетерозиготалар. Сыйфатларын саклап калу өчен, аларны вегетатив юл белән: үргелекләрдән, ялгау юлы белән һ.б. үрчетәләр.

Совет селекциясенең соңгы еллардагы казанышлары. Селекция эшенең халык хуҗалыгында әһәмияте гаять зур. Аз уңыш бирә торган сортларны югары уңышлы селекцион сортлар белән алмаштыру уңыш алуны күтәрүнең төп юлларыннан берсе булып тора. Хәзерге вакытта безнең илдә дә, чит илләрдә дә селекция-генетика эшләре интенсив бара һәм яхшы нәтиҗәләргә китерә. Образлы итеп әйткәндә, «яшел революция» бара.

Төп авыл хуҗалыгы культуралары буенча селекция эшләренең соңгы еллардагы кайбер казанышлары белән танышыйк.

Советлар Союзында бодай төп бөртекле культурадан санала. Академик П. П. Лукьяненко көзге бодайның югары уңыш бирә торган күп кенә сортларын чыгарды, алар Советлар Союзында да, шулай ук башка илләрдә дә миллионнарча гектарда игелә. Гектарына 50 ц га кадәр уңыш бирә торган Безостая I сорты аеруча киң танылды. Бодай селекциясе буенча эшләр дәвам итә, һәм хәзер инде гектарына 100 ц га якын уңыш бирә торган яңа сортлар (Аврора, Кавказ) барлыкка китерелде. Академик В. В. Ремесло тарафыннан китереп чыгарылган югары уңышлы сортлар Мироновская 264, Мироновская 808 һ.б. да болардан ким түгел. Соңгы 30 ел эчендә көзге бодай сортларының уңыш бирүчәнлеге гектарына 25 центнердан 65 центнерга кадәр, ягъни 2,5 тапкыр артты. Мироновка селекция-тәҗрибә станциясендә китереп чыгарылган көзге бодайның югары уңыш бирә торган яңа сортларыннан тагын Ильичевканы әйтеп үтәргә кирәк. Бу сорт 1974 елда Украинаның 15 өлкәсендә районлаштырылды. Югары агротехника кулланып, сугарулы җирдә үстергәндә аның уңышы 100 ц/га кадәр җитә.

Исәпләүләргә караганда, Мироновская 808 бодаен игү тугызынчы бишьеллыкта 800 млн. сумлык 10,3 млн. т өстәмә ашлык бирде. Югары продуктлы яңа сортлар халык хуҗалыгына менә никадәр байлык бирәләр!

Яңа сортлар арасында академик Н. В. Цицин житәкчелегендә бодай белән сарутны төрара гибридлаштыру нигезендә табылган күпьеллык бодай сортлары да бик перспективалы. Алар югары уңыш бирәләр, корылыкка һәм —35° С салкынга да чыдыйлар.

Сабан бодае сортларын китереп чыгару буенча да уңышлар бик зур. А. П. Шехурдин һәм В. Н. Мамонтова тарафыннан барлыкка китерелгән югары уңыш бирүчән Саратовская 29 сорты аеруча игътибарга лаек, ул онының бик яхшы сыйфатлы булуы белән аерылып тора. Көнбагыш селекциясе буенча академик В. С. Пустовойт бик яхшы нәтиҗәләргә иреште. Моннан 20—25 ел элегрәк иң әйбәт көнбагыш сортларының майлылыгы 32—33% тан артмый иде. Хәзерге вакытта орлыкларның уртача майлылыгы 49—50% ка җитә. Бу исә СССР масштабында меңнәрчә тонна өстәмә үсемлек мае бирә.

Совет селекционерларының авыл хуҗалыгында башка яңа сорт культуралар барлыкка китерүдәге уңышлары да зур. Соңгы елларда шикәр чөгендеренең шикәрлелеге һәм уңыш бирүчәнлеге бик нык артты. Бу культура селекциясендә полиплоидия зур

роль уйнады (А. Н. Лутков, В. П. Зосимович хезмәтләре). Кукуруз селекциясендә дә зур уңышларга ирешелде. Аның яңа сортларын китереп чыгарганда, үзеннән серкәләнүче гомозиготалы линияләр (293 бит) кулланып, соңыннан аларны гибридлаштыралар (М. И. Хаджинов). Җиләк-җимеш культуралары селекциясе буенча да зур эш алып барыла.

Украинада (Сугарулы игенчелек институтында) люцернаның югары уңыш бирә торган сортлары китереп чыгарылды. Алар яшел масса уңышын мул бирә һәм ул бер вегетацион сезон эчендә 7—8 тапкыр чабып алына.

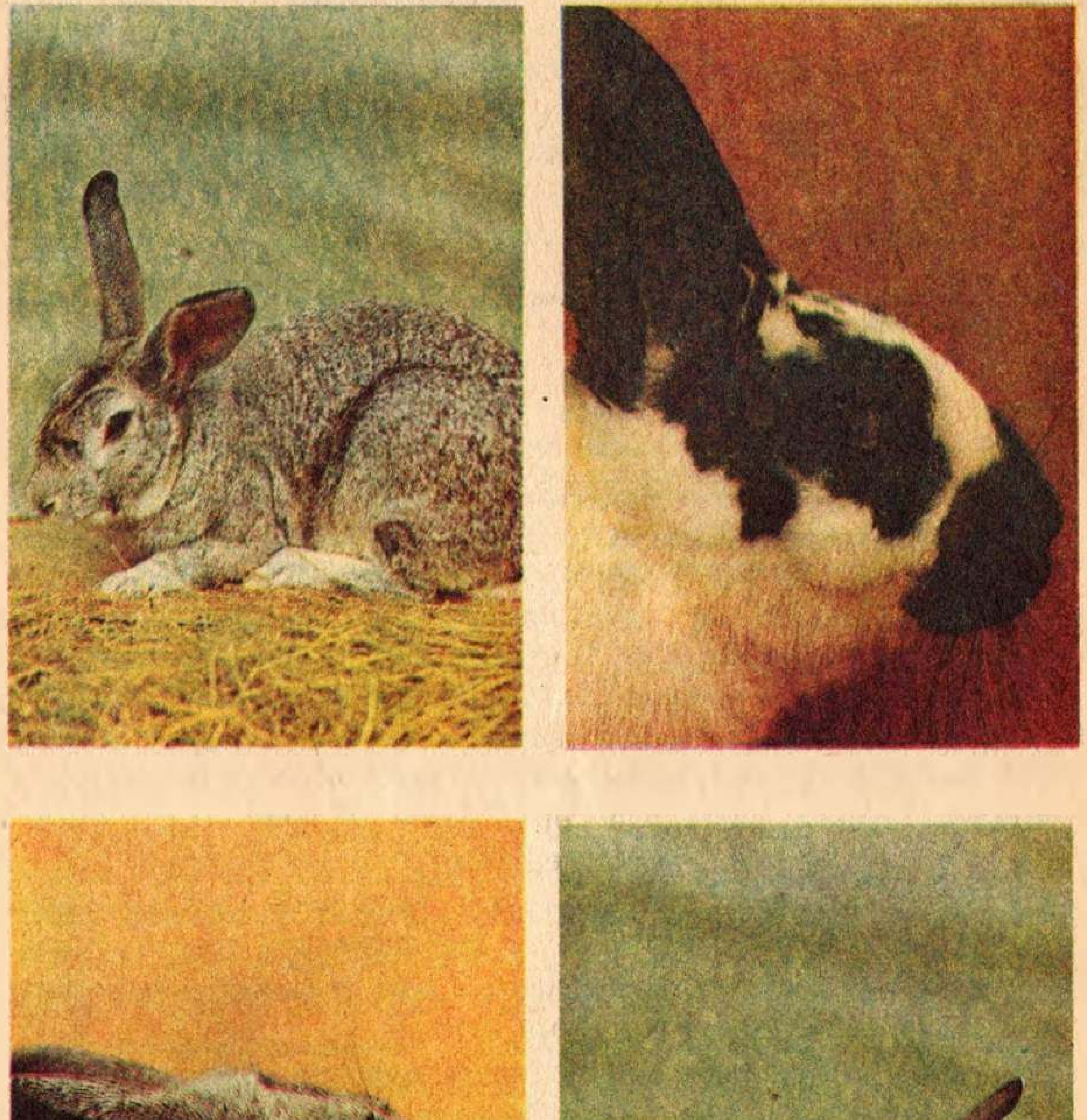
Төрле техник культуралар селекциясенең нәтиҗәләре дә әһәмиятле. Мәсәлән, мамыкның Үзбәкстанда китереп чыгарылган нечкә җепселле АН-402 сорты югары уңыш бирүчәнлеге, гөмбәчек авыруларына, шулай ук дым җитмәүгә бирешмәүчәнлеге белән аерылып тора.

Генетика һәм селекция культуралы үсемлекләрнең уңышын күтәрүдә барлык мөмкинлекләрне файдаланып бетерделәр дигән сүз түгел әле. Бу юнәлештә зур эшләр алып барыла һәм якын елларда зур уңышлар күтәргә мөмкин.

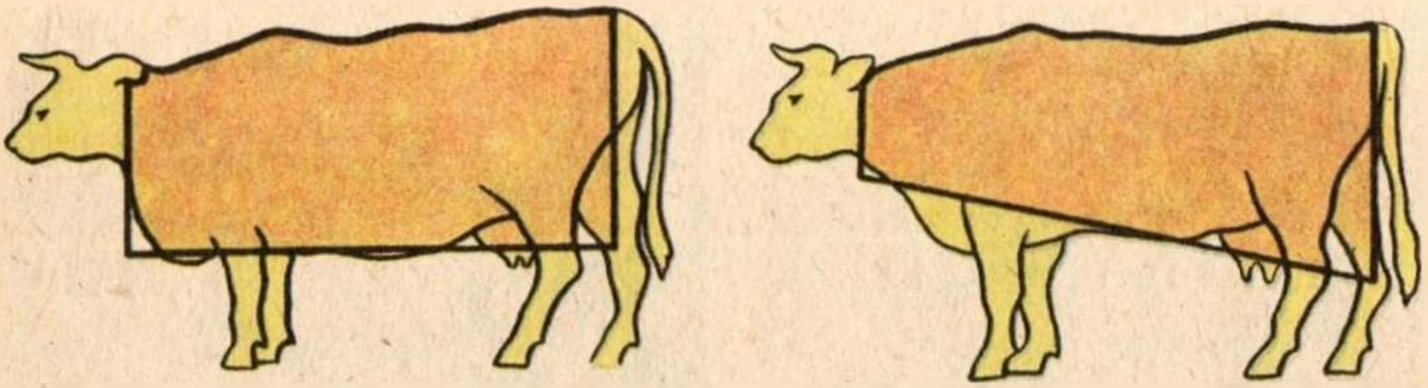
1. Җимеш һәм җиләк-җимеш культураларының күп уңыш бирә торган яңа сортларын китереп чыгаруда И. В. Мичуринның төп методларын әйтеп чыгыгыз. 2. Гибридларны тәрбияләгәндә И. В. Мичурин нинди төп принципларга таянып эш иткән? Тышкы шартларны үзгәртеп, билгенең өстенлекле характерын нинди юллар белән үзгәртергә мөмкин? 3. Вегетатив юл белән үрчегәндә ни өчен гибрид буыннарында билгеләрнең таркалуы күзәтелми? 4. Бөртекле культураларның һәм көнбагышның югары уңыш бирә торган нинди сортларын беләсез? 5. Сез яши торган төбәктә бөртекле культураларның нинди сортлары районлаштырылган?

68. Хайваннар селекциясе

Хайваннар селекциясенең үзенчәлекләре. Хайваннар селекциясенең нигезендә, үсемлекләр селекциясендәге кебек үк, нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге һәм сайланыш ята, алар исә булдырырга теләгән билгеләрнең фенотипик чагылуына иң уңай йогынты ясый торган билгеле бер тирәлек шартларында бара. Әмма хайваннар селекциясенең хайван организмы табигатенә бәйле кайбер үзенчәлекләре дә бар: хайваннар бары тик җенси юл белән генә үрчиләр; хайваннарның үрчеме аз санлы һәм аерым зат шактый зур кыйммәткә ия.



123. Селекция нәтиҗәсендә кроликларның яңа токымнары китереп чыгарылды.
Сулдан уңга: шиншилла, күбәләк, көмешсыман кролик, великан (алпамша).



124. Мөгезле эре терлекләр селекциясендә итләч (сулда) һәм сөтләч (уңда) юнәлешләр.

Хайваннар селекциясендә экстерьер билгеләрне исәпкә алу бик мөһим. Экстерьер дигәннән хайваннарның тышкы формаларының бөтен җыелмасын, аларның тән төзелешен, гәүдә өлешләре арасындагы чагыштырманы аңлыйлар (123 рәсем).

Организм — барлык органнары үзара тыгыз бәйләнештә булган бербөтен система ул. Мөгезле эре терлекләрдә хуҗалык ягыннан әһәмиятле күп кенә билгеләрнең (мәсәлән, сөтлелекнең) үсеше гәүдәнең билгеле бер төзелешенә, кан әйләнеше һәм сулыш системаларының яхшы үсешенә һ.б. бәйле. Хайваннар селекциясе буенча эшләгәндә төрле билгеләр арасындагы бәйләнешләрне исәпкә алу әһәмиятле, чөнки теге яки бу билге буенча югары продуктлылык мәгълүм бер экстерьер үзенчәлекләргә бәйләнгән. 124 рәсемдә мөгезле эре терлекнең ике токымы — шортгорн (ит токымы) һәм джерсей (сөт токымы) арасындагы экстерьер аерымлыклар бик ачык күренә.

Тышкы тирәлек шартлары үзгәрүгә, ашатуга төрле токымнарның реакциясе төрлечә була. Мәсәлән, мөгезле эре терлекнең ит токымнарында ашатуны яхшырту барыннан да бигрәк — массаның, сөт токымнарында савымның артуына китерә. Күп йомырка сала торган леггорн тавыклары, рационны яхшыртканда, массаларын бөтенләй диярлек үзгәртмичә, йомырка салуны арттыралар.

Хайваннарны кулга ияләштерү — селекциянең беренче этабы. Йорт хайваннарының барысы да борынгы кыргый бабаларыннан килеп чыкканнар (286 бит). Хайваннарны кеше безнең эрага кадәр 10—12 мең еллар элек кулга ияләштерә башлаган. Йорт хайваннарының төп төрләре исә 5—6 мең ел элек кенә кулга ияләштерелгән.

Кулга ияләштерү табигый сайланышның стабильләштерүче формасының йогынтысын киметкән (286 бит), бу исә үзгәрүчәнлек-

нең кискен артуына китергән, ә үзгәрүчәнлекне кеше үзенә кирәкле билгеләрне сайлап алу өчен ясалма сайланышта кулланган. Кулга иярләштерүнең үзгәрүчәнлеккә тәэсир итүе академик Д. К. Беляев тарафыннан безнең көннәрдә генә кулга иярләштерелгән һәм бу процессның беренче этапларын үтүче хайваннар мисалында җентекләп өйрәнелә. Аларга мех бирүче җәнлекләр — төлке, чәшке, ак төлке, кеш керә. Бу хайваннар хуҗалыкның яңа барлыкка килгән һәм интенсив үсә торган тармагы объектын — җәнлекчелекне тәшкил итә.

Тикшеренүләр хайваннарны кулга иярләштерүнең географик өлкәләре күбесенчә культуралы үсемлекләрнең күптөрлелек һәм килеп чыгу үзәкләренә туры килүен күрсәтә (289 бит).

Терлекчелектә кушылдыру типлары һәм үрчетү методлары. Селекция эшендә селекционер омтыла торган ахыргы максатны күз алдында тоту бик мөһим. Терлекнең сөт продукциясен арттыруны, сөтнең майлылыгын күтәрү яки итнең сыйфатын үзгәртүме — болар барысы да кушылдыруның төрле системаларын куллануны, селекция өчен терлекләр сайлаганда һәм үрчеткеч (ата) хайваннарны сайлап алганда төрле юнәлешләрдә эш итүне таләп итә.

Үрчеткеч ата хайваннарны сайлаганда, аларның нәселен исәпкә алу бик әһәмиятле. Нәсел хуҗалыкларында һәрвакыт нәсел кенәгәләре алып барыла. Анда берничә буын дәвамында ата-ана формаларының экстерьер үзенчәлекләре һәм продуктлылыгы җентекләп язып барыла. Ата-бабаларының билгеләре буенча нәселгә калдырылган үрчеткеч (ата) хайванның генотибы турында билгеле бер ихтималлык белән фикер йөртергә мөмкин.

Хайваннар белән селекция эшләре алып барганда, кушылдыру типлары төрлечә була. Кушылдыруның нигездә төп ике тибын: ырудаш булмаган һәм ырудаш кушылдыруны кулланалар.

Бер токым затлары яисә төрле токым затлары арасында нык сайланган, ырудаш булмаган хайваннарны кушылдыру токым үзлекләренең саклануына яки бу үзлекләрнең шуннан соңгы гибрид буыннарда яхшыруына китерә.

Якын ырудаш затларны кушылдырганда, башлангыч формалар сыйфатында, бер үк буын затларын яисә ата-аналарны һәм аларның балаларын файдаланалар. Кушылдыруның мондый тибы токымның күпчелек геннарын гомозигота хәленә күчерергә теләгән очракларда кулланыла. Мондый кушылдыру билгеле дәрәҗәдә үсемлекләрнең үзеннән серкәләнүенә охшый, чөнки ул

да гомозиготаларның артуына китерә (245 бит). Бу вакыт хуҗалык өчен файдалы билгеләр ныгый, нәсел шул билгеләр буенча гомозиготалы булганлыктан, бу билгеләр шуннан соңгы буыннарда да саклана.

Якын ырудаш кушылдырганда хайваннар еш кына көчсезләнә, аларның тышкы тирәлек факторлары тәэсиренә һәм авыруларга каршы торучанлыгы кими. Якын ырудаш хайваннарны кушылдыруның барлык шушы тискәре чагылышын депрессия дип атыйлар.

Моны булдырмас өчен, якын ырудаш кушылдырганда хуҗалык өчен файдалы билгеләргә ия булган затлар бик җентекле сайлап алынырга тиеш.

Селекция эшендә ырудаш кушылдыру гадәттә токым яхшыртуның бары тик бер этабы гына булып тора. Шуннан соң якын ырудаш кушылдыру нәтиҗәсендә килеп чыккан линияләрне кушалар. Шул рәвешле, начар йогынты ясаучы геннар гетерозигота хәленә күчәләр һәм якын ырудаш кушылдыруның зарарлы тәэсире кими төшә.

Йорт хайваннарында гетерозис күренеше. Үсемлекләрдәге кебек үк, йорт хайваннарында да *гибрид көче*, яки *гетерозис* күренеше күзәтелә (294 бит). Ул шуннан гыйбарәт: төрле токымнарны (шулай ук төрле төрләрне) кушылдырганда кайвакыт гибридларның беренче буыны аеруча көчле үсеп китә һәм аның яшәү сәләтлелеге нык арта. Әмма бу үзлек шуннан соңгы буыннарда сакланмый, бетә.

Гетерозис терлекчелектә һәм кошчылыкта киң кулланыла, чөнки гибрид көче күренеше беленгән беренче буын гибридларын турыдан-туры хуҗалык максатларында файдаланалар. Мәсәлән, тиз үсә торган дуңгызларны (ит һәм май өчен) үрчеткәндә, дюрокджерсей һәм беркшир токымнарын кушылдыралар.

Үрчеткеч ата хайванны нәсел ягыннан сынау. Йорт хайваннары селекциясендә ата затның нәсел сыйфатларын алардагы турыдан-туры беленми торган билгеләр буенча, мәсәлән, үгезләрдә сөтлелек һәм сөтнең майлылыгы яки этәчләрдә йомырка салу буенча рецессив геннарны билгеләү бик әһәмиятле. Моны белү өчен үрчеткеч ата хайванны үрчеменә карап сынау методы кулланыла. Башта үрчеткечләрдән чагыштырмача аз санда үрчем алалар һәм бу яшь буынның продуктлылыгын аналарының, шулай ук токымның уртача продуктлылыгы белән чагыштырып карыйлар. Әгәр яңа буын ана хайваннарның продуктлылыгы

югарырак булса, бу — үрчеткеч терлекнең яхшы сыйфатлы икәнлеген күрсәтә, димәк, аны киләчәктә токымны яхшырту өчен файдаланырга кирәк. Ата хайван яхшы булса, өстәвенә ясалма орлыкландыру да кулланылса, аңардан күп үрчем алып була.

Нәсел ягыннан сынау методын хайваннар белән нәсел селекциясе алып баруда кулланалар.

1. Үсемлекләр селекциясе белән чагыштырганда, хайваннар селекциясенең нинди үзенчәлекләре бар? 2. Кулга ияләштерү хайваннарның үзгәрүчәнлегенә ничек йогынты ясый? 3. Якын ырудаш хайваннарны кушылдыруны нинди максатта кулланалар, аның нинди уңай һәм тискәре яклары бар? 4. Үрчеткеч ата хайванны нәсел ягыннан сынауны ни өчен үткәрәләр?

69. Хайваннарның күп продукт бирә торган токымнарын китереп чыгару. Микроорганизмнар селекциясе. Биотехнология

Токымара кушылдыру нигезендә алынган токымнар. Совет галиме академик М. Ф. Иванов дуңгызларның күп продукт бирә торган токымын — дала шартларында яши торган украин ак дуңгызын китереп чыгарды. Бу эшләр Украинаның көньягындагы Аскания-Новада хайваннарны климатка җайлаштыру һәм гибридлаштыру институтында үткәрелде.

Украинага китерелгән югары продуктлы инглиз ак дуңгызлары УССРның көньяк шартларына аз җайлашкан булып чыга. Украина токымсыз дуңгызы исә чыдамлылыгы, яхшы үрчемлелеге, азыкка талымсызлыгы белән аерыла, ләкин итенең сыйфаты начар була.

М. Ф. Иванов, җирле токымның ана дуңгызларын башлангыч материал итеп алып, аларны инглиз ак токым ата дуңгызлары белән кушылдыра. Алынган гибридлардан берничә ана дуңгызны саф токымлы инглиз ак ата дуңгыз белән яңадан кушылдыралар. Яңа үрчем арасыннан үзенең уңай сыйфатлары белән нык аерылып торган бер ата дуңгызны (Асканий-1) сайлап алалар. Аннан алынган буында якын ырудаш кушылдыру кулланалар. Болай эшләү китереп чыгарыла торган токым билгеләренең (тиз үсү, зур масса, итенең югары сыйфаты һ.б.) яхшыруына һәм ныгуына китерә. Якын ырудаш кушылдырулар барышында бик җентекләп сайлап алуга даими игътибар бирелә. Асканий-1 дән башлангыч алган линия белән беррәттән, шундый ук методны кулланып, башка линияләр дә булдырыла. Шуннан соң, бик нык сайлап,

линияләр арасында гибридлаштыру үткәреләә. Шул юл белән күп продукт бирә торган, җирле шартларга яхшы җайлашкан дуңгызлар төркеме китереп чыгарыла һәм алар яңа токымга башлангыч бирә.

М. Ф. Иванов йорт хайваннарының күп продукт бирә торган башка токымнарын да, мәсәлән, Аскания рамбульесын — иң югары сыйфатлы гаять күп йон бирә торган сарык токымын да китереп чыгарды.

Мөгезле эре терлекләрдән Кострома токымы сөтне күп бирүе белән характерлана. Ул җирле терлекләр арасыннан иң яхшыларын җентекләп сайлау һәм үрчеткеч (ата) хайванны дөрес сайлап алу юлы белән китереп чыгарылган. Бу токым елына 15—16 мең литрга кадәр сөт бирә.

Йорт хайваннарының ерак төрләрен гибридлаштыру. Ерак төрләрне гибридлаштыруны үсемлекчелектә генә түгел, бәлки терлекчелектә дә кулланалар. Үсемлекләрдәге кебек үк, хайваннарның төрара гибридлары да еш кына хәлләрдә үрчем бирми. Аларны яңадан үрчем бирүчән итү бик катлаулы мәсьәлә, чөнки хайваннарда хромосомалар саны икеләтә арту нигезендә генә полиплоидларны булдыру мөмкин түгел. Шулай да кайбер төрара кушылдыруларда җенесләрнең берсе яки икесе дә үрчемле булып чыга, һәм мондый очракларда гибридларны йорт хайваннарының яңа формаларын барлыкка китерү өчен файдаланырга мөмкин. Әмма ерак төрләрне гибридлаштыру нәтиҗәсендә алынган буын үрчемсез булган очракта да аның практик әһәмияте бик зур булырга мөмкин. Бик борынгы заманнардан бирле кеше бия белән ишәк гибриды — качырдан файдалана. Качырларда гетерозис күзәтелә: алар чыдам, физик яктан көчле булалар, ата-ана төрләренә караганда шактый озак яшиләр. Качырлар үрчем бирми. Ике өркәчле дөя белән бер өркәчле дөяне кушылдырганда да гетерозис күзәтелә.

Советлар Союзында хайваннарны төрара гибридлаштыру буенча зур эш алып барыла. Нечкә йонлы сарыкларны кыргый тау тәкәсе — архар белән гибридлаштыру нигезендә Я. Я. Лусис һәм Н. С. Бутарин тарафыннан Казахстанда сарыкларның яңа токымын китереп чыгару уңышлы тәмамланды. Нечкә йонлы сарыкларның яңа токымы — архаромеринос китереп чыгарылды 125. Архаромеринос сарыкларын нечкә йонлы меринос сарыклары яши алмаган шартларда биек тау көтүлекләрендә ел әйләнә көтәләр.

125. Архаромеринос (уңда) һәм як (сулда).

Якны мөгезле эре терлек белән гибридлаштыру буенча да зур эш алып барыла. Як — Урта Азиянең биек таулы районнарындагы йорт хайваны. Аны биек тау шартларында эш терлеге итеп файдаланалар [redacted]. Як сөтне аз бирә, ләкин аның сөте бик майлы. Ите тупас. Як белән мөгезле эре терлек гибридларында гетерозис күзәтелә, һәм бу гибридларны практикада инде күптән кулланалар. Аларның ит һәм сөт сыйфатлары якныкына караганда яхшырак. Як белән мөгезле эре терлектән алынган гибридларның үгезе үрчемсез, ә ана хайван үрчемле була. Бу исә, башлангыч төрләр белән кушылдыру юлы белән Урта Азиянең тау шартларына җайлашкан терлекләрнең яңа токымын китереп чыгару буенча эш алып барырга мөмкинлек бирә.

Балыкчылыкта селекция. Илебез халык хуҗалыгында эчке сулыкларда ясалма рәвештә балык үрчетү шактый урын алып тора. КПСС Үзәк Комитетының май (1982 ел) Пленумында кабул ителгән Азык-төлек программасы балык үрчетү хуҗалыкларында товарлыклы балык җитештерүне 3 тапкыр чамасы арттыруны күздә тота. Селекциягә нигезләнеп, балыкларның югары продуктлы, тиз үсә торган, тәмле итле токымнарын булдыру бу мөһим бурычны хәл итү юлларыннан берсе булып тора. Бу эш безнең илебездә киң масштабларда алып барыла. Моның өчен төр эчендә токымара кушылдырулар, шулай ук төрара, хәтта ыругара кушылдырулар һәм шуннан соңгы сайлап алу кулланыла. Мисалга В. С. Кирпичников тарафыннан китереп чыгарылган югары продуктлы һәм салкынга чыдам Ропша карпын (Ленинград янындагы Ропша поселогы исеменнән алынган), А. И. Кузема һ.б. лар тарафыннан китереп чыгарылган карпның украин токымнарын китерик. Гаять тиз үсүе (гетерозис) һәм искиткеч тәмле булуы белән аерылып торган чөгә (стерлядь) һәм кырпы

(белуга) балыкларының ыругара гибридлары (аларны «бестер» дип атыйлар) бик перспективалы.

Микроорганизмнар селекциясе. Микроорганизмнар кеше тормышында зур роль уйный. Аларның күбесе промышленностьның һәм медицинаның төрле өлкәләрендә кулланыла торган матдәләр барлыкка китерә. Азык промышленностеның икмәк пешерү, спирт һәм кайбер органик кислоталар җитештерү, шәраб ясау һәм күп кенә башка тармаклары микроорганизмнар эшчәнлегенә нигезләнгән.

Кешенең сәламәтлеге өчен антибиотикларның әһәмияте гаять зур. Антибиотиклар — кайбер микроблар һәм гөмбәләрнең тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә барлыкка килә торган үзенә бертөрле матдәләр. Алар авыру китереп чыгаручы микробларны һәм вирусларны юк итәләр. Антибиотиклар ярдәмендә күп кенә авыруларны чагыштырмача җиңел дәвалыйлар, ә элек андый авырулардан үлүчеләр күп булган. Кешегә бик кирәкле витаминнарны үсемлекләр һәм кайбер микроорганизмнар эшләп чыгара.

Микроорганизмнарның югары продуктлы формаларын китереп чыгару өчен селекция методларын киң кулланалар. Сайлап алу юлы белән, кеше файдалана торган теге яки бу продуктны (антибиотикны, витаминны һ.б.) иң актив синтезлаучы микроорганизм расалары булдырыла. Микроорганизмнарга нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге (мутацияләр) хас. Мутацияләрне сайлап алу юлы белән микроорганизмнарның иң актив расаларын барлыкка китерәләр.

Микроорганизмнарның югары продуктлы формаларын булдыру өчен, мутацияләрне Рентген нурлары, ультрамиләүшә нурлар һәм кайбер химик кушылмалар тәэсирендә китереп чыгаруның эксперименталь методын шактый киң кулланалар. Шул юл белән микроорганизмнарның нәселдән килгән үзгәрүчәнлеген уннарча һәм йөзләрчә тапкыр көчәйтергә мөмкин, бу исә күп продукт бирә торган расаларны сайлап алу процессын җиңеләйтә һәм тизләтә. Антибиотиклар промышленностендагы уңышлар аеруча зур. Совет галимнәре (С. И. Алиханян һәм башкалар) микроорганизмнарның антибиотикларны башлангыч культура төрләренә караганда уннарча тапкыр артыграк бирә торган мутацияләрен китереп чыгардылар.

Селекция азык промышленностенда файдаланыла торган микроорганизмнарга карата да киң кулланыла. Мәсәлән, камырны әчетә торган чүпрә гөмбәчекләре төрле үзлекләргә ия. Се-

лекция юлы белән аларның икмәк сыйфатын күтәрә торган продуктиврак формаларын аерып алалар.

Кешедә авыру китереп чыгаручы микроорганизмнар һәм вирусларда да мутацияләр була. Кайчагында алар микробның зарарлы тәэсирен арттыралар, моның исә кеше өчен күңелсез нәтиҗәләргә китерүе мөмкин.

Биотехнология. Биотехнология дигәннән, халык хуҗалыгы һәм медицина өчен төрле матдәләр җитештерү максатында, тере организмнарны һәм биологик процессларны куллануга нигезләнгән промышленность методлары җыелмасын аңларга кирәк.

Биотехнологик процессларда микроорганизмнарны (бактерияләр, җепсыман гөмбәләр, актиномицетлар, чүпрә гөмбәчекләрен) киң кулланалар. Алар гаять зур биореакторларда (ферментерларда) үзләре өчен махсус сайлап алынган туклану тирәлегендә аксым, дару препаратлары, ферментлар һ.б. эшләп чыгаралар.

Микроорганизмнар терлекчелекне тулы кыйммәтле азык аксымнары белән тәэмин итүдә зур роль уйный. Нефть промышленносте калдыкларында, шулай ук метанол, этанол, метанда бактерияләр һәм чүпрә гөмбәчекләре үсә. Алар зур күләмдә аксым барлыкка китерәләр, һәм ул тулы кыйммәтле азык өстәлмәсе сыйфатында файдаланыла. Бу аксым алыштыргысыз аминокислотага — лизинга бай. Үсемлек азыкларда ул гадәттә аз була һәм шуның нәтиҗәсендә хайваннарның үсүе тоткарлана.

Биотехнологиядә *күзәнәк инженериясе* дип аталган методлар зур әһәмияткә ия. Башта күзәнәкләрне организмнан аерып, махсус ясалган туклану тирәлегенә күчерәләр, алар анда стериль шартларда яшәүләрен һәм үрчүләрен дәвам иттерәләр. Шундый күзәнәк культуралары (яисә тукымалар культурасы) файдалы матдәләр барлыкка китерүдә файдаланыла алалар [redacted]. Мәсәлән, женьшень үсемлеге күзәнәкләренең культурасы, бөтен бер үсемлек биргән кебек үк, дару матдәсе бирә.

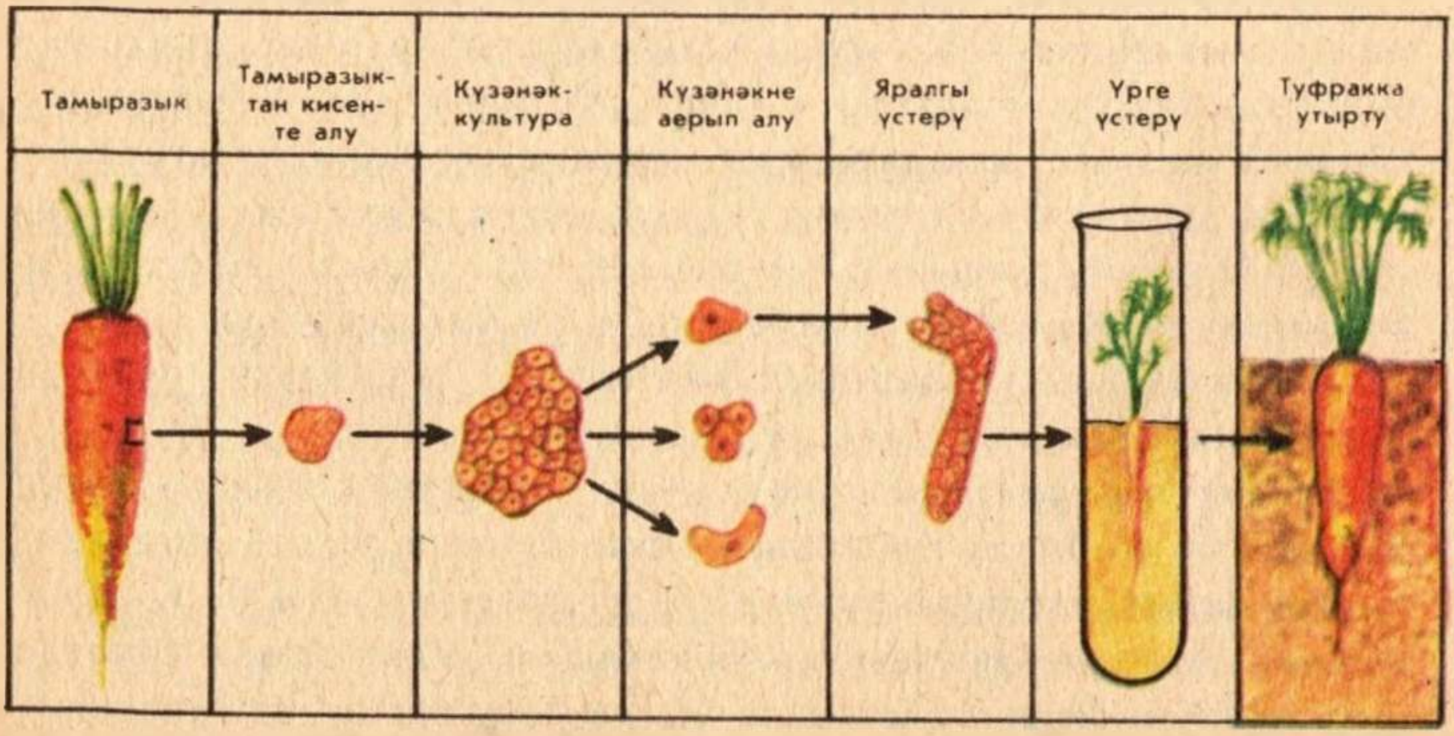
Күзәнәк культураларын күзәнәкләрне гибридлаштыру өчен дә файдаланалар.

Кайбер махсус ысуллар кулланып, чыгышлары ягыннан төрле һәм җенси юл белән гибридлаштырып булмый торган организмнардан алынган күзәнәкләрне дә берләштерергә мөмкин. Күзәнәк инженериясе методы җенес күзәнәкләрен түгел, бәлки соматик күзәнәкләрне бердәм системага берләштерү нигезендә гибридлар китереп чыгаруның принципиаль яңа ысулын ача. Бәрәңге һәм

томатның, алмагач һәм чиянең, кайбер башка үсемлекләрнең гибрид күзәнәкләре һәм организмнары алынды инде. Кеше тарафыннан культуралы үсемлекләрнең яңа формаларын китереп чыгару өчен гаять зур перспективалар ачыла.

Хайваннарда гибрид күзәнәкләр барлыкка китерү шулай ук (башлыча медицина өчен) яңа перспективалар ача. Мәсәлән, чикләнмәгән рәвештә үсәргә сәләтле яман шеш (рак) күзәнәкләре белән канның кайбер күзәнәкләре — лимфоцитлар арасында гибрид культурасы алынды. Лимфоцитлар йогышлы, шул исәптән вируслы, авыруларга иммунитет (бирешмәүчәнлек) барлыкка китерә торган матдәләр эшләп чыгаралар. Шундый гибрид күзәнәкләрне файдаланып, организмның инфекцияләргә бирешмәүчәнлеген арттыра торган кыйммәтле дару матдәләре алырга мөмкин.

Биотехнологиядә *геннар (генетика) инженериясе* методын киң кулланалар. Молекуляр биология һәм генетиканың уңышлары генотипны үзгәртеп кору юлы белән тереклекнең төп процессларын идарә итүнең киң перспективаларын ача. Генотипны үзгәртеп кору буенча тикшеренүләр белән геннар инженериясе шөгыльләнә. Аның методлары бик катлаулы. Аларның кайберләренең асылы шуңа кайтып кала: аерым геннарны яки геннар төркемен организм генотибына кертү яки киресенчә аннан чыгарып ташлау. Мондый экспериментлар күбесенчә прокариот



126. Үсемлекне тукыма культурасы методы ярдәмендә үстерү.

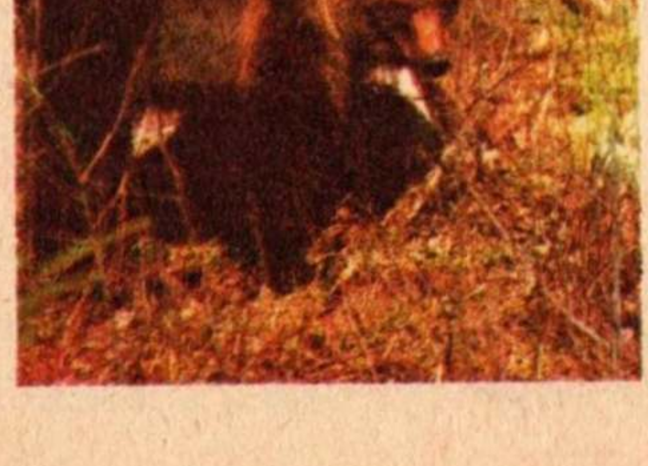
организмнарда (бактерияләрдә) һәм вирусларда үткәрелә. Ләкин генетика инженериясе методларын эукариот организмнарда да куллану мөмкинлеген күрсәтүче кайбер мәгълүматлар да бар инде.

Генотипка элек үзендә булмаган генны кертү нәтиҗәсендә, моңача аксым синтезламаган күзәнәкне аксым синтезларга мәҗбүр итәргә мөмкин. Мәсәлән, эчәк таякчыгы генотибына кеше генотибыннан инсулин (углевод алмашындагы гормон) синтезына контрольлек итүче генны кертү мөмкин булды. Инсулин медицинада ашказаны асты бизенең функциясе бозылуларны (диабет) дәвалаганда киң кулланыла. Хәзерге вакытта инсулинны промышленность ысулы белән синтезлау үзенә инсулин гены кертелгән эчәк таякчыгы ярдәмендә башкарылачак.

Авыл хуҗалыгы культуралары уңышын күтәрүдә азотлы неорганик кушылмаларның әһәмияте гаять зур икәнлеге һәркемгә билгеле. Кайбер шундый төр бактерияләр бар, алар атмосферадагы ирекле азотны туплап, аны туфрактагы бәйле азотка күчерү сәләтенә ия. Атмосфера азотын туплауга контрольлек итүче геннарны андый геннары булмаган туфрак бактерияләренең генотибына кертү бурычы куелды. Бу бурычны хәл итү игенчелек өчен беренче дәрәҗәдәге әһәмияткә ия булачак, туфракны ашлау мәсьәләсе бөтенләй яңача куелачак.

Биотехнологиянең әһәмияте гаять зур, чөнки аның ярдәмендә җитди проблемалар хәл ителә. Микробиология нигезендә бөтен бер тармак — микробиология промышленносте барлыкка килде һәм ул бик тиз үсә. СССРның Азык-төлек программасын тормышка ашыруда актив катнашып, микробиология промышленносте авыл хуҗалыгын интенсивлаштыру средстволары: югары нәтиҗәле азык өстәмәләре һәм препаратлар (терлек азыгы чүпрәсе, алыштыргысыз аминокислоталар, витаминнар, ферментлар, терлек азыгына кушу өчен һәм ветеринария антибиотиклары) эшләп чыгара. Үсемлекләрне корткычлардан һәм авырулардан саклау өчен микробиологик средстволар, бактериаль ашламалар, шулай ук промышленностьның азык, текстиль, химия һәм башка тармаклары өчен һәм фәнни максатларда препаратлар чыгару җайга салынды.

1. Хайваннар селекциясендә ырудаш кушылдырудан ничек файдаланалар? 2. Хайваннарның ерак гибридларына мисаллар китерегез. 3. Микроорганизмнар селекциясе нинди роль уйный? 4. Биотехнология методлары кешенең практик эшчәнлеге өчен нинди перспективалар ача?



Биосфера эволюциясе. Кеше эшчәнлеге нәтиҗәсендә табигать закончалыкларының бозылуы

70. Биосфера һәм фән-техника прогрессы

Планетабызда тереклек итә торган организмнарның күпсанлы төрләре, дәреслекнең алдагы бүлекләрендә инде күрсәтелгәнчә, бер-берсеннән аерымланып (изоляцияләнеп) яшәмиләр. Алар үзара гына түгел, бәлки терек булмаган табигать компонентлары белән дә тыгыз бәйләнештә торалар. Шушы үзара бәйләнешләр нигезендә төрле катлаулылыктагы экосистемалар (биогеоценозлар) барлыкка килә, матдәләр әйләнеше бара. Биосфера төрле катлаулылыктагы биогеоценозларны берләштерүче иң югары экосистема булып тора. Ул Җир планетасында тереклек белән бер үк вакытта барлыкка килгән. Тереклек үсешенең бер этабы буларак, кешелек дөньясы да биосферада туган. Ләкин башка организмнардан аермалы буларак, кеше үзенең хезмәт эшчәнлеге белән биосферага актив рәвештә йогынты ясый башлый. Кешелек җәмгыяте үсә барган саен бу йогынты тагын да активлаша төшә. Кеше биосфераны үзгәртеп коручы куәтле факторга әверелә.

Бу бүлектә без кеше белән биосфера арасындагы үзара мөнәсәбәтләрне һәм биосферага фән-техника прогрессы йогынтысын тикшерәбез.

Биосфера эволюциясендә организмнарның роле. Биосфераның барлыкка килүе, аның чикләренең киңәюе, составының үзгәрүе, атомнарның биоген миграциясе тизләшү тереклек барлыкка килү һәм органик дөнья эволюциясе белән бергә барган.

Тере организмнар, барлыкка килү белән үк, тереклек эшчәнлеге процессында үзләрен чолгап алган тирәлекне даими рәвештә үзгәртеп торганнар.

Хемосинтез бактерияләренең тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә миллиардтан артыграк еллар элек кайбер марганец һәм ти-

◀ **Тыюлыкларда сакланып калган ерткыч хайваннарның (кошлар, җәнлекләр, ишкәгаяклылар) һәм үсемлек белән тукланучы хайваннарның күптөрлелеге.**

мер рудалары, фосфоритлар, күкерт утырмалары ясала башлаган. Беренче микроорганизмнар — җете кызыл һәм яшел бактерияләр, ә аннары яшькелт-зәңгәр суүсемнәр углекислый газны үзләштерә һәм молекуляр кислород аерып чыгара башлаганнар. Шуннан җир өстендә озон экраны барлыкка килгән. Озон экраны барлыкка килү тере матдәгә Кояшның һәлакәтле ультрамиләүшә нурланышыннан сакланып калырга һәм, судан чыгып, коры җиргә таралырга мөмкинлек бирә.

Озак вакытлар дәвамында яшел тере матдә атмосферадан гаять зур микъдарда углекислый газны йоткан (углекислый газ исә бик борынгы заманнарда хәзергегә караганда йөзләрчә тапкыр артыграк булган), һәм шул ук вакытта ул атмосфераны кислородка баеткан. Сулы тирәлектә бары тик бактерияләр һәм суүсемнәр булганда гына зоопланктон килеп чыга алган. Умырткасызларның — тамыраяклылар, мәрҗәннәр һәм моллюскларның — известьле скелетлары утырма токымнар (акбур, известьташ) барлыкка китергәннәр. Яшькелт-зәңгәр һәм кызыл суүсемнәрнең калдыклары кальций утырмалары ясалуга китергән. Суүсемнәрнең кайбер төрләре һәм губкасыманнар кремнезем тупланугa сәбәп булганнар. Ташкүмер — үсемлек калдыкларыннан, ә нефть борынгы диңгезләр һәм башка сулыклар планктоныннан хасил булган.

Организмнарның гаять күп булып үрчүе биомассаны арттырган: үзе үк тудырган биосфераны тутырып, биомасса бөтен Җир йөзенә таралган. Эволюция процессында Җирдәге төрле тирәлекләрдә бер-берсе белән даими бәйләнештәге төрле-төрле биогеоценозлар барлыкка килгән. Организмнарга, тереклек итү өчен, тышкы тирәлекнең билгеле бер шартлары кирәк булган, ул тирәлекне алар матдәләр алмашы процессында даими үзгәртеп торганнар. Шул ук вакытта биосферадагы химик элементларның биоген миграциясе арткан. Тере матдә газлар алмашын башкара, таралган элементларны бергә туплый, оксидлашу һәм кайтарылу реакцияләренә булышлык итә. Тере матдә функцияләре (газлар алмашы, туплау, оксидлашу-кайтарылу) һәм эволюция процессы хәзерге табигый тирәлек барлыкка килүгә сәбәп булган.

Эволюция процессында тере организмнар, тирәлеккә турыдан-туры бәйлелекләрен югалтып, аерымлана барганнар. Беренче организмнар (бактерияләр, суүсемнәр), гүя, туклыклы тирәлеккә чумдырылган хәлдә яшәгәннәр.

Акрынлап тышкы тирәлек үзгәрешләренә азрак бәйле һәм үзләренең эчке тирәлеге булган күпкүзәнәкле организмнар барлыкка килгән. Күпкүзәнәкле бу организмнарның тереклек процессларын: туклану һәм ашкайнатуны, газлар алмашын һәм туклыклы матдәләр әйләнешен җайга сала торган органнар системалары була. Организм белән тышкы тирәлек арасында бәйләнеш нерв системасы аша тормышка ашырыла. Нәкъ менә хайваннарда нерв системасының, минең үсеше аларга пространствода ориентлашырга, хәрәкәтләнергә һәм аларда үз-үзләрен тотуның катлаулы формалары барлыкка килүгә ярдәм иткән. Терек табигатьтә барлыкка килгән биогеоценозларда матдәләр һәм энергия күчешенең (миграциянең) тизлеге эволюция дәвамында арта барган.

Биосфера, Җирдә кеше килеп чykканнан соң, шактый зур үзгәрешләр кичерә. Геологик яктан караганда бик кыска вакыт эчендә промышленностьның, фән һәм техниканың бик тиз үсеше биосферада элементларның биоген миграциясенең шактый сизелерлек тизләшүенә китерә. Кеше ун меңнәрчә яңа сорт үсемлекләр һәм яңа токым хайваннар китереп чыгара, үзенең эшчәнлеге белән ул, турыдан-туры яки читләтеп, табигатьтә төрләр эволюциясен тизләтә, органик дөньяны һәм табигый тирәлекне үзгәртә.

Кешенең табигать закончалыкларын бозуы. Бөтендөнья тарихы кешелек дөньясының үз карамагындагы энергия төрләрен һәрвакытта да акыллы файдаланмавын күрсәтә. Кеше һәлакәтле сугышлар алып барган, табигатькә ялгыш, ә кайчагында җинаятьчел мөнәсәбәттә булган. Табигатьнең күп кенә закончалыкларын белмичә, аларны бозып, кеше табигатьне «җиңүенең» һәлакәтле нәтиҗәләрен еш кына күз алдына да китерә алмый. «Шулай да табигатьне җиңүләребезгә артык сокланмыйк. Шундый һәр җиңү өчен ул бездән үч ала» (Ф. Энгельс).

Җирдән ерткычларча файдалану нәтиҗәсендә борынгы дөньяның күп кенә дәүләтләре үз куәтләрен югалткан, ә кайберләре (Хорезм, Төньяк Африканың кайбер дәүләтләре) бөтенләй юкка чыккан. Туфракның ярлылануы илне чүлгә әйләндерә. Урманнарны кисеп бетерү туфракның кибүен, тузанга әйләнүен һәм эрозиясен китереп чыгара. Урман җилләрне тоткарлый һәм, суны парга әйләндереп, климатны йомшарта. Шуның белән бергә урман карның эрүен акрынайта, һәм кар сулары басуларны дымландыра, грунт суларын тулыландырып тора. Шуның нәтиҗәсендә елгаларда суның даими тигезлеге саклана һәм язын су басулар булмый. Тауларда урманнар аеруча кирәк. Бер-берсе белән

үрелеп үскән агач тамырлары туфракны юылудан саклый, ташкыннарны тоткарлый, ерымнар ясалуга комачаулый.

Урманнарны кисеп бетерү нәтиҗәсендә, мәсәлән, XVIII гасырда Франциядәге 17 млн. га урманнан XIX гасырда 8 млн. га гына калган. Апеннин тауларындагы урманнарны кырып бетерү Италия басуларын көйдерә торган сирокко җиле таралуга сәбәп булган. Соңгы елларда иң кыйммәтле тропик урманнар юк ителә. Латин Америкасында кеше аягы басмаган урманнарның 2/3 се, Африкада 1/2 е инде юкка чыккан. 30 ел эчендә Җир шары, ел саен 10—20 млн. га урман югалта барып, инде аларның яртысын диярлек югалтты. Урманнарны кырып бетерүнең нәтиҗәләре — су басулар, таулардан төшә торган балчыклы су ташкыннары, эрозия, туфракның юылуы һәм кибүе — барлык илләрдә дә күзәтелә.

Табигатьтә берьяклы гына алып барыла торган үзгәрешләр тискәре нәтиҗәләргә китерә. Сулыклар төзү грунт суларын күтәрә һәм тирә-юньдәге урманнарны һәлак итә. Үр сазлыкларны киптерү елгаларның саегуына һәм урманнарның коруына сәбәп була.

Элек-электән Россиядә урманнарның оборона өчен зур әһәмияте булган. Бөек Ватан сугышында да алар партизаннарга яшеренү урыны булып хезмәт иткән.

Кешенең эшчәнлеге чиста су запасларын киметә. Промышленность предприятиеләре, суны файдаланганнан соң, үсемлекләр, хайваннар һәм кеше өчен зарарлы агулы ташландыкларны кайчак елгаларга һәм күлләргә агызалар. Шуның аркасында күп кенә сулыкларда үсемлекләр һәм балыклар яши алмый. Елгаларда плотиналар төзегәндә исә кыйммәтле балыкларның миллион еллардан бирле уылдык чәчү өчен өерләре белән агымга каршы елга башына таба йөзүләре еш кына исәпкә алынмый. Нәтиҗәдә балыкларның үрчүе туктала.

Завод-фабрикалар, автомобильләр һәм самолетлар атмосфераны төтенли, күп микъдарда кислородны йота һәм зарарлы газлар чыгара. Атом энергиясеннән файдаланганда кайчак биосферага радиоактив нурланыш тәэсир итә.

Шәһәрнең үсүе һәм файдалы казылмалар чыгару һавадагы кислород белән углекислый газның даими чагыштырмасын тәэмин итүче болын һәм урманнарның мәйданын киметә.

Промышленность ташландыклары (шлак, көл һ.б.) һәм файдалы казылмалар чыгаргандагы ташландыклар берничә миллион

гектар территорияне били. Производство ташландыклары, зарарлы кушылмаларны миграциягә кертеп, һава, су һәм туфракны агулыйлар. Пычранган елга сулары диңгезгә агып төшү нәтиҗәсендә андагы хайван һәм үсемлекләр агулана. Транспорт чыгара торган һәм океан өстен каплап алган юка нефть элпә планктонны һәлак итә, шуның нәтиҗәсендә атмосфера белән газ алмашы бозыла — океан суына кислород азрак керә башлый.

Атом бомбаларын сынау, атом энергиясен файдалануга нигезләнгән производство ташландыкларына җавапсыз караш һава, су һәм туфракның радиоактивлыгын арттыра. Радиоактивлык океанда да, коры җирдә дә туклану чылбырлары аша күчә бара. Радиоактивлык беренче чиратта планктонны һәм су төбендә яшәүче хайваннарны зарарлый, аннары планктон аша азык чылбыры буенча балыкларга күчә. Балык белән тукланучы кошлар радиоактив матдәләрне коры җиргә күчерәләр, ә ташландыклар черегәндә, алар бактерияләргә күчә. Радиоактив матдәләрнең сөяк җилегендә туплануы акканлылыкка, рак авыруларына китерә.

Кеше туклану чылбыры аша үсемлекләрдә була торган гөмбәчек авыруларына һәм корткыч бөҗәкләргә каршы көрәштә кулланыла торган агулы химикатлар белән дә агулана. Химикатлар файдалы бөҗәкләрне һәм беренче чиратта кошларны агулыйлар. Яңгырлардан соң елгаларга эләгеп, агулы химикатлар балыкларны һәм алар белән тукланучы кошларны һәлак итәләр. Җиләк-җимешләргә, яшелчәләргә, үлән белән бергә мөгезле эре терлекнең итенә һәм сөтенә эләгеп, агулар кеше организмында тупланалар һәм төрле авырулар китереп чыгаралар.

1. Тереклекнең килеп чыгуы һәм органик дөнья эволюциясе биосфераның барлыкка килүенә нинди йогынты ясаган? 2. Кешелек дөньясының эшчәнлеге биосферада ничек чагылган? 3. Кеше эшчәнлегенең үсемлекләр һәм хайваннар дөньясына, туфракка, елгаларга, күлләргә, атмосферага йогынтысы нинди булган? 4. Урманнарны бетерү нинди нәтиҗәләргә китерә?

71. Ноосфера

Кешелек дөньясы — биосфера биомассасының бер өлеше — озак вакытлар буена үзен чолгап алган табигатькә турыдан-туры бәйле булган. Баш мие үсеш алу белән кеше үзе дә Җирдә барган эволюциянең куәтле факторына әйләнгән. Кешенең төрле формадагы энергияне — механик, электр һәм атом энергиясен — үзләштерүе Җир кабыгының шактый үзгәрүенә һәм атомнарның

биоген миграциясенə булышлык иткəн. Таш кораллардан файдалану йөзлəрчə мең елларга сузылган, ə таш чорыннан атом чорына кадəр нибары берничə мең генə ел узган. Үзенең яшəү дəверендə кешелек дөньясы 50 млрд. т чамасы ташкүмер, 2 млрд. т тимер һəм миллионнарча тонна башка металлар казып чыгарган. Кеше эшчəнлеге нəтиҗəсендə биосфера атомнары миграциясенə торган саен күбрəк элементлар кертелə бара. Бу бигрəк тə сугыш вакытында күренə, сугышның һəр елы уннарча миллион тонна тимер, корыч, цемент, нефть, йөзлəрчə миллион тонна күмер һ.б. талəп итə.

Кеше каналлар, сусаклагычлар төзү, елгаларның агышын үзгəртү һəм башка шундый эшлəре белəн табигатькə турыдан-туры йогынты ясаган. Бу яңа үзгəрешлəр климатка да тəэсир иткəн.

Кеше эшчəнлеге елгалар, океан һəм атмосфера составы үзгəрүдə дə сизелə. Кешелек дөньясы гаять зур энергиягə һəм техникага ия булды, биосферадагы процессларны үзгəртə торган иң төп көчкə əверелде. Академик В. И. Вернадский үзенең биосфера турындагы тəгълиматында, хəзерге вакытта кешелек дөньясы Җирнең яңа тышчасын — ноосфераны (Җирнең «гакыл тышчасын») төзергə тиеш, дип исəпли. Кешелек дөньясы биосферада чагыштырмача аз масса тəшкил итə, əмма аның эшчəнлеге гаять зур. Кеше инде биосфера чиклəреннəн чыкты, аның космик корабльлəре Айга, Зөһрə йолдызга һəм башка планеталарга кадəр барып җитте.

Фəнгə нигезлəнеп биосфераны идарə итү аны гакыл сферасына əверелдерүнең хəлиткеч шарты булачак.

Табигатьне саклау. Хəзерге вакытта бөтен дөньяда производствоны үстерү, энергиядəн һəм табигый байлыклардан файдалануны бик нык уйлап, биосферадагы закончалыкларны бозмыйча, җайга салу зарурлыгы бөтен кискенлеге белəн килеп басты. Һава, су һəм туфракның, барлык тере табигатьнең чисталыгын биологик белемнəр нигезендə саклауны тəэмин итəргə кирəк. Биосфераны санитария ягыннан саклау бөтен кешелек дөньясының иң мөһим проблемасына əверелде.

СССР Конституциясенең 18 статьясында əйтелгəнчə: «Хəзерге һəм килəчəк буыннар интереслары нда СССРда җирне һəм җир асты байлыкларын, су ресурсларын, үсемлеклəр һəм хайваннар дөньясын саклау һəм фəнни нигездə, рациональ файдалану өчен, һава һəм суны чиста тоту, табигый байлыкларны кабат җитештерүне тəэмин итү һəм кешене чолгап алган мохитне яхшырту өчен кирəкле чаралар күрелə» (9—10 битлəрне кара-

гыз). 67 статьяда: «СССР гражданнары табигатьне, аның байлыкларын сакларга бурычлы»,— диелә.

1980 елда СССРда Атмосфера һавасын саклау турында закон һәм Хайваннар дөньясын саклау һәм файдалану турында закон кабул ителде.

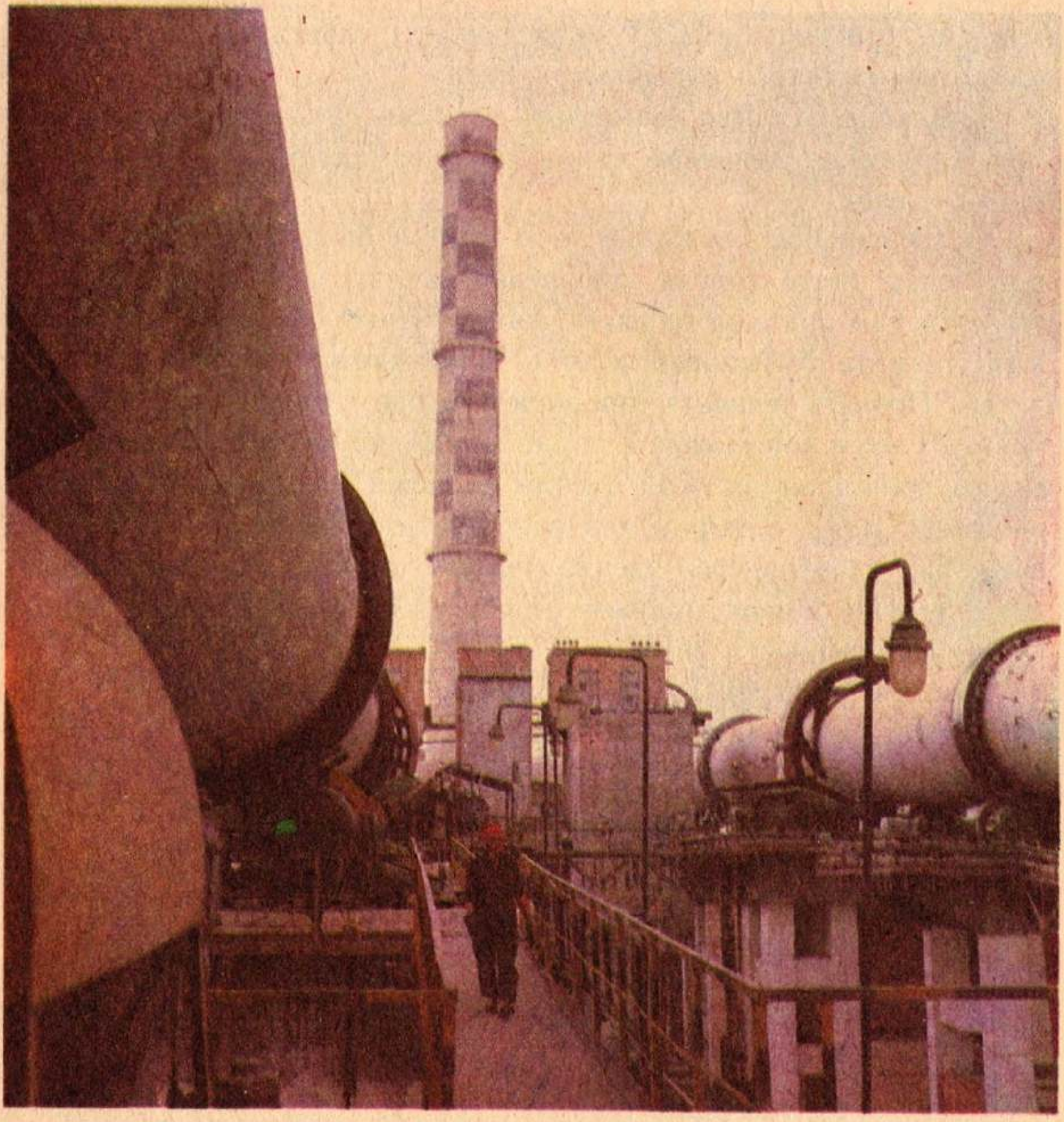
СССРның һәр гражданы, һәр мәктәп баласы һаваны кислород белән баета торган яшеллекне сакларга, аны яңадан торгызырга һәм арттыра барырга, хайваннарны сакларга һәм аларның үрчүенә булышлык итәргә кирәклегенә инанган булырга тиеш. Промышленность предприятиеләре ташландык суларны чистарту өчен корылмалар, төтен тоткычлар төзергә, ташландыкларны файдалануны җайга салу эшләрен башкарырга мәҗбүр ителәләр [illegible]. Зарарлы матдәләр биологик әйләнешкә кермәсен өчен, һәр производство үзендә барлык ташландыкларны файдалана торган йомык (аерым алганда, су циркуляциясе өчен) система булдырырга тиеш.

Төзелеш эшләрен һәм мелиорация чаралары үткәрүне планлаштырганда, казылма байлыклар чыгарганда, агач хәзерләү эшләрен башкарганда учреждениеләр табигый ресурслар балансын һәм табигать күренешләрендәге тигезлекне бозуның нинди нәтиҗәләргә китерү ихтималын исәпкә алырга тиешләр 128.

Табигый күренешләрнең бозылуы нәтиҗәләре, аерым дәүләтләр чикләреннән ашып китеп, аерым бер экосистемаларны (урманнар, сулыклар, сазлыклар һ.б.) гына түгел, бәлки тулаем бөтен биосфераны, шул исәптән атмосфераны һәм гидросфераны саклауда халыкара күмәк тырышлыклар куюны таләп итәләр.

Биосфераның язмышы һәм кешелек дөньясының тагын да камилләшүе мәсьәләсе барлык дәүләтләрне дә борчый. Составына Советлар Союзы да кергән ЮНЕСКО (Мәгариф, фән һәм культура мәсьәләләре буенча Берләшкән Милләтләр Оешмасы) 1971 елда «Кеше һәм биосфера» дигән Халыкара биологик программа кабул итте. Ул кеше йогынтысы нәтиҗәсендә биосфераның һәм аның ресурсларының үзгәрешен өйрәнә. Кешелек дөньясы язмышы өчен мөһим булган бу проблемалар бары тик халыкара тыгыз хезмәттәшлек юлы белән генә хәл ителергә мөмкин.

Дәүләтләрнең бу өлкәдәге гамәле буенча мәҗбүри нормалар кабул итү, шулай ук экология өлкәсендә халыкара хезмәттәшлекнең төп юнәлешләрен билгеләү таләп ителә. Экологик мәсьәләләр буенча киңәйтелгән информация алмашуны җайга



127. Экологик яктан чиста производство (цемент заводы).

салу, алдынгы технологиягә үзара юл ачу, дәүләтләрнең табигатьне саклау эшчәнлекләре һәм экологик инцидентлар турында җавап тотуны гамәлгә кертү — болар барысы да әлеге өлкәдә ясарга мөмкин булган адымнар дип әйтә алабыз. Әйләнә-тирәлекне саклау буенча безнең ил АКШ, Англия, Франция, Швеция, Канада белән күп кенә халыкара килешүләргә кул куйды. Болар нигездә Арктиканы өйрәнүгә караган килешүләр. КПССның XXVI съездында, безнең дәүләтебез тарихында беренче тапкыр, СССРда табигатьне саклау эше халык хуҗалыгы үсешенең мөстәкыйль юнәлеше итеп билгеләнде. Табигатьне саклау мәсьәләләренә КПССның XXVII съездында да зур игътибар бирелде. КПСС Үзәк Комитетының Политик доклады буенча

XXVII съезд Резолюциясендә болай диелә: «Хәзерге шартларда табигатьне саклау һәм аның ресурсларын рациональ файдалану проблемасы аеруча кискенлек ала». СССР Верховный Советы соңгы елларда җир, су, җир асты байлыклары турында төп законнар кабул итте. Атмосфера һавасын саклау турында, хайваннар дөньясын һ. б. саклау турында законнар кабул ителде.

Тыюлыклар һәм заказниклар оештырылды. Аларда табигый биогеоценозлар саклана, сирәк очрый торган, шул исәптән «Кызыл китап»ка кертелгән хайван һәм үсемлек төрләре үрчетелә. СССРда махсус сакланыла һәм саклана торган тыюлыкларның, төрле типтагы заказникларның һәм башка территорияләрнең гомуми мәйданы илебез территориясенең 8% ын тәшкил итә. Чын табигый шартлар тулысынча сакланган биосфера тыюлыкларының әһәмияте аеруча зур. Советлар Союзы территориясендә хәзер шундый җиде тыюлык бар.

Табигатьнең яңарту көчләре гаять зур, ләкин аңа биологик закончалыклар турындагы мәгълүматлар белән коралланган кешенең акыллы булышлык итүе кирәк. Бары тик шул шарт үтәлгәндә генә, табигый байлыклар артачак.

Биосферада табигый процессларны идарә итү. Авыл хуҗалыгы производствосын биогеоценотик нигезгә күчерү ихтыяҗы өлгереп җитте. Кыр ышыклау урман полосалары утыртканда биогеоценоз булдыру, кошларга оялау һәм туклану өчен куаклар утырту зарурлыгы ачыкланды, чөнки кошлар булмаса, агачларны корткычлар һәлак итә. Корткычларга каршы биологик ысул белән (бөҗәкләр, кошлар, микроорганизмнар, паразитлар ярдәмендә) көрәшү тирәлекне пычрата торган химик чаралар куллануга караганда максатка ярашлырак һәм зарарсызрак.

Агроценозлар булдыру, ягъни күп төрле культураларны чәчү әйләнешендә чиратлаштырып игү, органик ашламалар куллану, кырчылык, болынчылыкны, урман массивлары яки полосалары үстерүне бергә алып бару биопродукциянең тотрыклылыгында аеруча әһәмияткә ия. Мондый система туфракның уңдырышлылыгын саклауны тәэмин итә.

Иң әһәмиятлесе — табигый ресурсларны яңартып тору, авыл хуҗалыгында гына түгел, бәлки урман һәм далаларда, елга

128. Табигый байлыклардан рациональ файдалану (агач хәзерләү).

һәм океаннарда тереклек итүче кыргый хайваннарны да яңартып тору. Балыклар үрчетү өчен заводлар төзелә.

Хәзерге вакытта азык чылбарын өйрәнү нигезендә ерткыч хайваннарга караш үзгәртелде. Аларның ролен болайрак күз алдына китерергә мөмкин. Ерткыч кошларны кырып бетерү, еланнарның күбәюенә китерә. Ә еланнар саранча белән туклана торган бакаларны ашый. Нәтиҗәдә, саранчалар үрчеп, ашлык басуларын һәлак итә. Бүреләр, көчсез һәм авыру затларны ашап, боланнар һәм башка хайваннар арасында эпидемия таралуны киметәләр. Мәчебашлы ябалак, төлке, бүре, кама һәм башка ерткыч хайваннар табигатьтә санитарлык хезмәтен үтиләр.

Суүсемнәр һәм хайваннар диңгез плантацияләрендә үстерелә башлады. Аксымга бай һәм ите бик тәмле ике кабырчыклы диңгез моллюскларын үстерү аеруча перспективалы булып чыкты.

Океан тирәнлекләрен һәм кешенең су астында яшәү мөмкинлекләрен тикшерүләрнең әһәмияте гаять зур. Диңгез тирәнлеген тикшеренү эшләре СССРда һәм дөньяның күп кенә башка илләрендә алып барыла. Кешенең диңгез төбендә була алуы хайваннарны һәм суүсемнәрне культуралаштырырга, файдалы казылмаларны чыгарырга мөмкинлек бирә.

Хәзерге вакытта Советлар Союзы һәм башка социалистик илләр алдында кеше тормышын саклау һәм аны барлык чаралар белән яхшырту проблемасы тора. Шуңа бәйле рәвештә, тереклек турындагы фән — биологияне тагын да үстерү гадәттән тыш зур әһәмияткә ия була бара. Биология фәненең төп бурычы — кешелек дөньясын азык белән тәэмин итү, чөнки, галимнәрнең әйтүенә караганда, 2000 нче елга халык саны 6 млрд. ка җитәчәк.

Кеше тарафыннан саклана торган югары продуктлы экологик системалар булдыру, шулай ук чәчү мәйданнарын җилдән, корылыктан, көчле яңгырлардан, комнардан, балчыклы сулар ташкыныннан, туфрак эрозиясеннән һ.б. саклый алырлык урманнар — тотрыклы биогеоценозлар барлыкка китерү зарурлыгы туа. Шуның белән бергә табигый ресурслардан ерткычларча файдалануга каршы көрәш алып барырга кирәк. Тыюлыкларда саклана торган үсемлек һәм хайваннарның, генофонд буларак, селекция өчен әһәмияте зур. Биогеоценозлары кызыклы булган, сирәк очраучы үсемлекләр һәм хайваннар яши торган ландшафтларны кагылгысыз саклау максатында тыюлыклар һәм заказниклар булдырылды. Табигатьне саклауга, эталон буларак аның истәлекле урыннарының саклануына В. И. Ленин бик зур әһәмият бирде. СССРда беренче тыюлыклар аның күрсәтмәләре буенча оештырылды.

Нәселдәнлекне идарә итү югары продуктлы хайван токымнарын һәм үсемлекләрнең югары уңыш бирүчән сортларын китереп чыгарырга мөмкинлек бирәчәк. Интродукция, климатлаштыру һәм селекция эшләре бөтен дөньядагы үсемлек һәм хайваннар ресурсларын торган саен күбрәк эшкә җигәләр.

Кеше тормышы гигиенасы һәм медицина алдында күп кенә проблемалар тора. Соңгы елларда, генетика өлкәсендәге ачышларга бәйле рәвештә, микроорганизмнар селекциясе, геннар ин-

женериясе аеруча үсеш алды. Алар исә антибиотикларны, витаминнарны, үсү стимуляторларын һәм туклыклы продуктларны промышленность ысулы белән җитештерүне оештыру өчен кирәк. Күзәнәк төзелешен, андагы матдәләр алмашын һәм нәселдәнлек нигезләрен өйрәнү күп кенә авыруларны булдырмый калу мәсьәләләрен хәл кылырга ярдәм итә. Тулыкыйммәтле азык белән тукланганда, тереклек һәм хезмәт шартлары нормаль булганда кеше сәламәт була һәм озак яши ала.

Биология техникага йогынты ясый: тере организмнарны өйрәнү нигезендә экономияле, кешенең нерв системасын тынычсызламыйча тавышсыз гына эшли торган механизмнар ясарга булышлык итүче бионика фәне барлыкка килде.

Промышленностьның зарарлы ташландыкларын матдәләр әйләнешеннән чыгару аеруча әһәмияткә ия.

Йомык пространствода, идарә ителә торган матдәләр әйләнеше булдыру кешенең космик корабльләрдә озак вакытлы очышын, аның Айда һәм атмосферасыз башка планеталарда булып кайтуын тормышка ашырырга мөмкинлек бирәчәк. Яңа фән — космик биология алдында күп проблемалар тора: кешегә космоста яшәү өчен кирәкле шартлар тудыру; радиация куркынычын бетерү; авырлык булмаган, хәрәкәт тизләнеше, аз хәрәкәтләнү һ.б.ш. шартларда кеше организмының чыдамлылыгын арттыру; космик корабльне идарә итүдә кешенең психофизиологик мөмкинлекләрен өйрәнү; космик очыш шартларында үсемлек һәм хайваннарның үсешен өйрәнү; космоста яшәү шартларында тере материянең мөмкин булган формаларын тикшерү. Бу проблемаларның күбесе хәл ителде инде.

Биология белемнәрен тарату һәм үзләштерү табигатьне саклауга гына йогынты ясап калмаячак, бәлки табигать байлыкларын планлы рәвештә файдалану һәм яңартып торуның тиешле нигезен тәшкил итәчәк. Биологияне белми торып, елгаларның агымын үзгәртү, сусаклагычлар төзү, ГЭСлар һәм табигый чималны эшкәртә торган заводлар коруны проектлаштыру мөмкин түгел. Халык хуҗалыгындагы барлык мәсьәләләрне хәл иткәндә, табигатьтә булачак үзгәрешләрнең нәтиҗәләрен — аларның климатка, кешегә, хайваннар һәм үсемлекләр дөньясына ничек тәэсир итәчәген исәпкә алырга кирәк. «Культура, аңлы рәвештә юнәлтелмичә, стихияле рәвештә генә үссә, үзеннән соң чүл калдыра» (К. Маркс).

Биологияне өйрәнү, аерым алганда биосфераны өйрәнү, һәр кешегә безне чолгап алган табигатьне саклауның әһәмиятен аңларга һәм аны яңартып торуда катнашырга ярдәм итәргә тиеш.

Куәтле техниканы һәм энергияне идарә итүче кеше биосферада гаять зур үзгәрешләр китереп чыгара һәм аның чикләрен киңәйтә. Биологик белемнәр исә боларны акыл белән, киләчәктә Җирдәге тереклеккә зарар китермәслек итеп башкарырга мөмкинлек бирә.

1. Нәрсә ул ноосфера? 2. Җирдә кеше тарафыннан ясала торган геологик үзгәрешләргә мисаллар китерегез. 3. Табигатьне саклау һәм яңартуның перспективалары нинди? 4. Табигатьне саклау экологиянең нинди законлылыкларына нигезләнә? 5. Кеше тормышында һәм киләчәк кешелек җәмгыяте өчен биология белемнәренең нинди әһәмияте бар?

ТЕРМИННАР КҮРСӘТКЕЧЕ

Австралопитек 80
Автотроф 109
Агроценоз 124, 126, 323, 326
Аденин 189
Аденозинтрифосфат кислотасы — АТФ (аденозинтрифосфорная кислота — АТФ) 160, 162, 185, 192—196, 198
Аерымлану (изоляция) 36
Азык бәйләнеше (связь пищевая) 110, 113
Азык челтәре (сеть пищевая) 110
Аксым биосинтезы (биосинтез белка) 199, 209
Аксымнар (белки) 157, 159, 209
Аксымның структурасы бозылу (денатурация белка) 182
Аксым структурасы (структура белка) 179, 180
— беренчел с. (первичная) 179, 180
— икенчел с. (вторичная) 179, 180
— өченчел с. (третичная) 179, 180
— дүртенчел с. (четвертичная) 180
Аллельләр, аллель геннар (аллели, аллельные гены) 250
Аминокислоталар 178, 200, 201
Антропогенез 74
Ароморфоз 59, 62, 63
Атавизм 70, 71
Аталану (оплодотворение) 225, 226
Атмосфера 130
Атомнарның биоген миграциясе (миграция атомов биогенная) 141, 142
Аутосомалар 258

Бактерияләр 140, 141, 142, 150, 169, 170
Бактериофаг 172, 173
Бентос 137
Беренчел авыз (рот первичный) 229
Билгеләрнең таркалуы (расщепление признаков) 224, 245, 246
Биогеоценоз 5, 108, 109, 110, 112, 113, 120, 124, 325, 326
Биогеоценозлар алмашыну (смена биогеоценозов) 120, 121
Биологик киртә (барьер биологический) 18
Биологик ритмнар (ритмы биологические) 18
Биологик прогресс (прогресс биологический) 63, 64
Биологик продуктлылык (продуктивность биологическая) 129
Биологик регресс (регресс биологический) 63, 64
Биологик ритмнар (ритмы биологические) 99
«Биологик сәгать» («биологические часы») 101
Биомасса 110, 129, 132, 138, 139
— океанның б. (океана) 128, 136
— туфракның б. (почвы) 132, 135
— коры җирнең б. (суши) 132, 134, 135
Биосфера 5, 129, 130, 143, 315
Биотехнология 289, 311, 312, 313
Биоценоз 108
Бластомер 228, 229
Бластула 228

Вакуоль 156, 157
Варианта 272
Вариацион кәкре (вариационная кривая) 272
Вариацион рәт (вариационный ряд) 272
Вирус 151, 170, 171, 172

Гамета 220, 225
Гаметалар сафлыгы (чистота гамет) 246, 247
Гаплоид 224
Гаструла 228
Ген 7, 200, 223
Геннар инженериясе (генная инженерия) 312, 313
Геннарның күпләп тәэсир итүе (действие генов множественное) 263
Генетика 4, 241, 267, 304
— кеше г. (человека) 264
— популяция г. (популяции) 283
— женес г. (пола) 258, 259
Генотип 242, 263, 271, 280
Генофонд 285
Географик киртә (барьер географический) 18
Географик зоналылык (зональность географическая) 123
Гетерогаметалылык (гетерогаметность) 260
— хатын-кыз, ир г. (женская, мужская г.)
Гетерозигота 247, 248, 252, 283
Гетерозиготалылык (гетерозиготность) 246, 252, 283
Гетерозис 294, 295, 306
Гетеротроф 109
Гибрид 244, 245, 246, 296, 297
Гибрид көче (сила гибридная) 294, 295
Гибридлашу (гибридизация) 293, 295, 308
— ерак төрләр арасындагы г. (отдаленная) 296, 298
— линияара г. (межлинейная) 295
Гидросфера 110, 138
Гликокаликс 153
Гликолиз 196
Гольджи аппараты (аппарат Гольджи) 137
Гомозиготалар 246, 250
Гомозиготалылык (гомозиготность) 246, 251
Граналар 162, 211
Гуанин 189
Дарвинизм 11, 12, 13, 14, 15
Дегенерация 60
Дезоксирибонуклеин кислотасы — ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота — ДНК) 19, 162, 168, 169, 172, 191, 192, 200
Дивергенция 42
ДНК коды (код ДНК) 200, 201, 202
Доминантлык билгесе (признак доминантный) 244, 245
Доминирлау, өстенлек алу (доминирование) 224

Закон
— биогенетик з. (биогенетический) 51
— Мендель законы 224
— — беренче законы 224
— — икенче законы 250
— таркалу законы 224
— нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәте з. (гомологических рядов наследственной изменчивости) 279
— Морган законы 257
— Харди-Вайнберг законы 284
Зигота 220, 225, 227

Идиоадаптация 59, 64
Икеләтә аталану (оплодотворение двойное) 226, 227
Интерфаза 167, 168, 215, 217

Камчылар (жгутики) 165
Керфекчекләр (реснички) 165
Кеше расалары (расы человека) 86, 87
Кеше яши торган мохитны саклау (охрана окружающей человека среды) 6
Кешенең килеп чыгуы (происхождение человека) 59
Климатлаштыру (акклиматизация) 6
Коацерватлар 237
Конвергенция 57
Консументлар 109
Комплементарлык принцибы (принцип комплементарности) 190, 191, 204
Кроманьон кешесе (кроманьонец) 84
Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу

үзәкләре (центры происхождения культурных растений) 291, 292
Кышкы тынлык халәте (покой зимний) 99
Күзәнәк (клетка) 4, 166, 167, 173
— прокариотик к. (прокариотическая) 169
— соматик к. (соматическая) 219, 223, 225
— эукариотик к. (эукариотическая) 169, 215
— җенес к. (половая) 218, 219, 222
Күзәнәкнең бүленүе (деление клетки) 215
Күзәнәк тышчасы (стенка клеточная) 157
Күзәнәк теориясе (теория клеточная) 147, 148, 149
Күзәнәк төше (ядро клетки) 157, 166, 167
Күзәнәк ясалмасы (клеточное включение) 157, 158, 166
Күзәнәк үзәге (центр клеточный) 163, 165
Күкәй күзәнәк (яйцеклетка) 220, 221

Ламаркның эволюцион тәгълиматы (эволюционное учение Ламарка) 10
Лейкопластлар 162
Лизосомалар 163,164
Липидлар 186
Литосфера 130

Макроэволюция 49
Матдәләр алмашы (обмен веществ) 3, 157, 192
— пластик а. (пластический) 193, 199, 209
— энергетик а. (энергетический) 194 195, 196, 209
Матдәләр әйләнеше (круговорот веществ) 109, 119, 139
Матрицалы синтез реакциясе (реакция матричного синтеза) 204
Мезодерма 229
Мейоз 223
Мейозның анафазасы (анафаза мейоза) 223
Мейозның метафазасы (метафаза мейоза) 223
Мейозның профазасы (профаза мейоза) 223
Мембрана 153, 157, 163, 167
— плазматик (плазматическая) 153, 157, 163, 167
— төш мембранасы (ядерная мембрана) 167
Метод
— биохимик (биохимический) 267
— генеалогик м. 265
— гибридологик (гибридологический 242
— цитогенетик (цитогенетический) 267
Милли парк (парк национальный) 107
Мимикрия 39
Минераллашу, органик калдыкларның м. (минерализация органических остатков) 118
Миофибриллалар 166
Митоз 215, 216, 217, 220
Митозның анафазасы (анафаза митоза) 217, 218
Митозның метафазасы (метафаза митоза) 215, 216
Митозның профазасы (профаза митоза) 215
Митозның телофазасы (телофаза митоза) 215, 217
Митохондрияләр 159, 160, 161
Модельләштерү (моделирование) 93
Мутация 21, 22, 274, 275, 276, 282
— геннар м. (генная мутация) 275
— соматик м. (соматическая) 277
— рецессив м. (рецессивная) 278
— хромосомалар м. (хромосомная мутация) 276

Неандерталец 83
Ноосфера 319, 320
Нуклеин кислоталары (нуклеиновые кислоты) 187
Нуклеотидлар 188, 190
Нәселдәнлек (наследственность) 19, 23 241

— хромосомаларның н. (хромосомная) 281, 282
— цитоплазматик н. (цитоплазматическая) 281
— кешенең н. (человека) 7, 265, 266

Онтогенез 49
Организм 150, 168, 215, 219, 315
Организмнарның җайлашуы (приспособленность организмов) 37, 38, 39
Органоид 151, 157, 165

Партеногенез 227
Пептидлар 178
Пиноцитоз 156
Питекантроп 82, 83
Планктон 113, 137
Пластидлар 160—162, 282
Полиплоидия 276
Полисома 159
Популяция 5, 16, 17, 18, 102
Популяция дулкыннары — тереклек дулкыннары (популяционные волны — волны жизни) 36
Популяциянең тыгызлыгы (плотность популяции) 110
Продуцентлар 109
Прокариотлар, төшлеләргә кадәрге п. (прокариоты доядерные) 151

Расачылык (расизм) 87
Реакция нормасы (норма реакции) 269 270
Редуцентлар (редуценты) 110
Рецессивлык билгесе (признак рецессивный) 244, 245
Рибоза 185, 192
Рибонуклеин кислотасы — РНК (рибонуклеиновая кислота — РНК) 162, 167, 171
— информацион РНК — и-РНК (информационная РНК — и-РНК) 192, 207
— транспорт РНКсы — т-РНК (транспортная РНК — т-РНК) 92
Рибосома 158, 159, 162, 187, 207, 208
Рудимент 70

Саклагыч төс (окраска защитная) 38
Сан үзгәрешләре (колебания численности) 120, 121
Сайланыш (отбор) 27 32, 284, 286, 296
— индивидуаль с. (индивидуальный) 293
— массакүләм с. (массовый) 293
— нәтиҗәлелеге (эффективность) 295
— стабильләштерүче с. (стабилизирующий) 285
— табигый с. (естественный) 14, 34, 35, 40, 296
— этәргеч с. (движущий) 285
— юнәлешле с. (направленный) 33
— ясалма с. (искусственный) 23, 25, 35, 296
Селекция 293, 300
микроорганизмнар с. (микроорганизмов) 310, 311
— хайваннар с. (животных) 302—304
— үсемлекләр с. (растений) 293, 299
Синантроп 82
Систематика 54
Синтез 201
— АТФ синтезы 195, 196
— и-РНК синтезы 200, 201
— т-РНК синтезы 201, 202
Сорт 25, 26, 289, 290
Сперматозоид 220, 221
Спермий 227, 228
Стратосфера 131
Сыртлар (кристы) 160

Табигый процессларны идарә итү (управление природными процессами) 323
Табигый ресурслар (ресурсы природные) 6
Табигатьне саклау (охрана природы) 6, 7, 106, 320
Табигый сайланышның юнәлешлелеге (направленность естественного отбора) 33
Тере матдә (живое вещество) 129, 133, 139

Тереклекнең килеп чыгуы (происхождение жизни) 232
Тимин 189
Токым (порода) 25, 26, 289, 290, 317
Транскрипция 201, 202
Трансляция 207, 208
Триплетлар (триплеты) 200, 203, 207, 208
Тропосфера 130
Туклану (азык) чылбыры (цепь питания пищевая) 110, 111, 117, 135
Тышча (оболочка) 131, 152, 155, 171
— аксым т. (белковая) 171
— геологик т. (геологическая) 131
— күзәнәк т. (клеточная) 152, 156
— күзәнәк төшенең т. (клеточного ядра) 158, 167
Тыюлык (заповедник) 107
Төзелеш дәрәҗәсе (уровень организации) 3, 4, 5, 129, 173
Төр (вид) 16, 102, 103
— критерийлары (критерии) 16, 17
— генетик т. (генетический) 16, 17, 218
— морфологик т. (морфологический) 16, 17
— физиологик т. (физиологический) 16, 17
— экологик т. (экологический) 17
Төрләрнең күплеге (разнообразие видовое) 110
Төр ясалу (видообразование) 42, 45
— географик (географическое) 43
— экологик (экологическое) 45
Төш сыекчасы (сок ядерный) 167
Төшчек (ядрышко) 157, 167

Углевод 185, 186
Урацил 192

Фагоцитоз 156, 157
Факторлар 32, 33, 35, 36
— абиотик ф. (абиотические) 92, 94, 95, 96
— антропоген ф. (антропогенные) 92
— биотик ф. (биотические) 92
— чикләүче ф. (ограничивающие) 92
— эволюция ф. (эволюции) 32, 35, 36
— — биологик ф. (биологические) 36, 78
— — социаль ф. (социальные) 78
— — экологик ф. (экологические) 92
Фенотип 242
Ферментлар (ферменты) 163, 164, 183, 209
Филогенез 53
Филогенетик рәт (филогенетический ряд) 53
Фотопериодизм 99, 100
Фотосинтез 162, 209, 210, 211, 212

Хатын-кыз гомогаметалылыгы (женская гомогаметность) 260
Хемосинтез 212, 213
Хлоропласт 162, 210
Хлорофилл 162, 210
Хроматида 216, 223
Хромопласт 162
Хромосома 19, 167, 168, 215, 216, 217, 218, 223, 225, 281
X-хромосома 258, 259
У-хромосома 258, 259
Хромосомалар конъюгациясе (конъюгация хромосом) 223
Хромосомалар җыелмасы (хромосомный набор) 219, 224
— гаплоид (гаплоидный) 219
— диплоид (диплоидный) 219

Центриоль 165, 222
Центромера 216
Цитозин 189
Цитология 147
Цитоплазма 157, 159

Эволюция 10, 54, 55, 316
— биосфера э. 315
Эволюция теориясе (теория эволюции) 9
Эволюциянең этәргеч көчләре (движущие силы эволюции) 14, 32, 33
Экологик пирамида (пирамида экологическая) 112

Экологик пирамида кагыйдәсе (правило экологической пирамиды) 112
Экология 91, 92
Экосистема 124—126
Эктодерма 228
Эндоплазматик челтәр (сеть эндоплазматическая) 157, 158, 159
— гранулалы (гранулярная) 157, 158
— шома (гладкая) 157, 158
Энергия, агым, әверелеш (энергия, поток, превращение) 108—110
Энтодерма 228
Эукариотлар (эукариоты) 151

Ялган аяклар (ложноножки) 166
Яралгы капчыгы (мешок зародышевый) 229
Яшәү өчен көрәш (борьба за существование) 14, 27, 28
— төр эчендәге (внутривидовая) 28
— төрара (межвидовая) 29
— уңайсыз шартларга каршы (с неблагоприятными условиями) 30
Яшькелт-зәңгәр суүсемнәр (синезеленые водоросли) 151

Үзгәрүчәнлек (изменчивость) 19, 22
— нәселдәнлек ү. — мутацион (наследственная—мутационная) 19, 21
— нәселдәнлеккә кагылмаган — модификацион (ненаследственная—модификационная)
Үзен-үзе көйләү, регуляцияләү (саморегуляция) 117
Үрчү (размножение) 27, 121, 133, 215, 219, 222, 224
— женессез ү. (бесполое) 215, 219, 220
— женси ү. (половое) 219, 220, 225
Үсеш (развитие) 49, 228
— постэмбриональ ү. (постэмбриональное) 230
— туры булмаган ү. (непрямое) 231
— туры ү. (прямое) 231
— эмбриональ ү. (эмбриональное) 228

Җайлашу, яраклашу (приспособление) 37
Җенесне билгеләү (определение пола) 259
Җенси кушылдыру (скрещивание) 305, 306, 307
— дигибрид к. (дигибридное) 250, 251
— моногибрид к. (моногибридное) 243, 244
— ырудаш к. (близкородственное) 306

Автотроф (гр. «аутос» — үзе + гр. «трофо» — азык, туклану) — Кояш энергиясен (фотосинтез ярдәмендә) яки химик реакцияләр вакытында аерылып чыккан энергияне (хемосинтез ярдәмендә) файдаланып, неорганик кушылмалардан органик матдәләр синтезлаучы организм.

Агроценоз (гр. «агрос» — кыр + гр. «койнос» — гомуми) — табигый бергәлектән үзгәртелгән һәм кеше тарафыннан даими карап тотыла торган, гадәттә төрләре аз булган (еш кына бер генә төр культуралы үсемлек игелә) организмнар бергәлеге. Авыл хуҗалыгы продукциясе (ашлык, азык үләннәр һ.б.) алу өчен булдырыла.

Азык челтәре — экосистемада организмнар арасындагы барлык азык бәйләнешләренең күптөрлелеге. Азык челтәренең иң әһәмиятле үзенчәлекләреннән берсе шунда, күпчелек очракларда, бер үк типтагы үзара бәйләнешләр бер-берсен алмаштыра ала торган берничә төр өчен характерлы. Мәс., ерткыч хайваннар тояклылар, тычкансыман кимерүчеләр, куяннар, кошлар, бөҗәкләр, башка хайваннар, хәтта үсемлекләр белән туклана алалар. Әгәр бер төр азык юкка чыкса, аның урынын, вакытлыча яки даими, азык объектларының башка төрләре ала (ягъни алар экологик һәм энергетик яктан бер-берсен алыштыралар) һәм экосистема үзенең структурасын саклап кала.

Биогеоценозларның алмашынуы — үсемлекләр һәм хайваннар дөньясының, гөмбәләрнең, микроорганизмнарның, туфрак үзлекләренең һ.б. ның эзлекле рәвештә бер-бер артлы алмашына баруы, асылда эчке процесслар, биогеоценозның мохит белән үзара мөнәсәбәте йогынтысында бер биогеоценозның икенче биогеоценоз белән алмашынуы. Мәс., туфрак катламы бозылган җирне башта дару ромашкасы, алабута һ.б. шундый чүп үләннәр, аннары кара кура басу янсә чыршы урманы кисендесендә башта куаклар, аннан яфраклы агачлар, катнаш урман, еш кына наратлык барлыкка килү, ә иң азактан нарат катнаш чыршы агачлары үсә башлау һәм, ниһаять, кискәнчегә кадәрге рәвешендә, яңадан чыршы урманы үсеп чыгу. Биогеоценозларның мондый алмашынуын сукцессия (лат. «сукцессио» — дәвамчанлык, буыннан буынга күчә бару) дип йөртәләр.

Биологик регресс (лат, регрессус» — кайту, артка чигенү) — систематик төркемнең эволюция ягыннан артка чигүе: аңа кергән төрләр саны киму, аларның таралу өлкәләре тараю, затлар саны азаю һ.б. Б.р. мәс., рептилияләр классы өчен характерлы.

Биология (гр. «биос» тереклек + гр. «логос» — тәгълимат, белем) — тереклек турындагы белемнәр комплексы һәм тере матдәне: аның химик составын, күзгә күренмәгән һәм

күренеп торган структурасын, таралышын, ничек эш итүен, үткәнен, бүгенгесен һәм киләчәген, шулай ук практик әһәмиятен һәм кулланылышын (мәс., биотехнологиядә) өйрәнә торган фәнни дисциплиналар (300 гә якын) җыелмасы. «Биология» термины хәзерге мәгънәсендә 1802 елда француз галиме Ж. Б. Ламарк һәм бер үк вакытта немец табигатьчесе Г. Р. Тревиранус тарафыннан кертелгән.

Гамета (гр. «гамете» — хатын, «гаметес» — ир) — хромосомалары гаплоид (парсыз) җыелмадан гыйбарәт җенес күзәнәк: хатын-кыз җенес күзәнәге (күкәй, яки күкәй күзәнәк) һәм ир җенес күзәнәге (хайваннарда — сперматозоид, үсемлекләрдә — спермий). Төрле җенес гаметалары кушылганда, һәр ике — ата һәм ана — организмның билгеләренә ия булган зигота (диплоид) барлыкка килә.

Гаплоид (гр. «гаплос» — ялгыз + гр. «эйдос» — төр) — сыңар хромосомаларның парсыз (гаплоид) җыелмасыннан торган күзәнәк яки зат, хромосомаларның мондый җыелмасы редукцион бүленү нәтиҗәсендә барлыкка килә.

Географик юл белән төр ясалу — төр эчендәге затларның беркадәр өлеше үз төре биләгән ареалдан читкә чыгып китеп, яңа урында төр дәрәҗәсендәге үзлекләр һәм билгеләрне алуы. Яңа төр барлыкка килүнең гадәти юлы.

Гетеротроф (гр. «гетерос» — башка + гр. «трофо» — азык, туклану) — туклану өчен бары тик яки күбесенчә (төрле ысул белән туклана алучы төрләр) башка автотроф төрләр тарафыннан барлыкка китерелгән органик матдәләрне генә файдалана алучы организм. Г., кагыйдә буларак, үз тәнен тәшкил итүче матдәләрне неорганик кушылмалардан синтезлауга бөтенләй сәләтле түгел (төрле ысул белән туклана алучы төрләрдән башкалары).

Гибридизация (лат. «хибрида» — кушылгак) — төрле төр, сорт, токым, линия һ. б. дан булып, генетик яктан бериш булмаган ике затны кушылдыру юлы белән яңа буын алу.

Гидросфера (гр. «хидор» — су + гр. «сфера» — шар) — Җирнең су тышчасы — океаннар, аларга кергән диңгезләр, күл, сусаклагыч,су агымнары (мәсәлән, инешләр), күлләвекләр һ. б. җыелмасы. Кайчак Г. га су асты суларының барлык типларын — өске (грунт) һәм аскы (артезиан) суларны да кертәләр.

Гомуми биология — биологиянең барча тереклек өчен хас иң киң һәм универсаль закончалыкларын: организмнарның химик составы, күренеп торган һәм күренмәгән структурасы, индивидуаль үсеше, нәселдәнлеге һәм эволюциясе, тышкы тирәлек белән үзара бәйләнешләре, шулай ук биогеоценоздан башлап биосферага кадәр булган барлык табигый бергәлекләрнең килеп чыгу закончалыкларын өйрәнә торган бүлеге.

Дивергенция (лат. «дивергере» — аермалану — 1)[1] кардәш организмнардагы билгеләрнең эволюция процессында яңа систематик категория (төр, ыруг һ. б.) килеп чыгуга китерер дәрәҗәдә аерылуы; терминны Ч. Дарвин керткән; 2) эчке һәм тышкы сәбәпләр, мәс., сазлыкка әйләнү яки урманның бер өлеше янып бетү аркасында, бер биотик бергәлекнең (биогеоценозның тере өлешенең) ике биотик бергәлеккә аерылуы.

[1] Терминның мәгънәсе берничә булганда, билгеләмәләрнең беренчесе дәреслектә бирелгән мәгънәгә туры килә.

Диплоид (гр. «диплос» — икеле + гр. «эйдос» — төр) хромосомаларның ике гомологик (парлы) җыелмасыннан торган күзәнәк яки зат. Хромосомаларның икеле җыелмасы гаплоид гаметалар кушылудан һәм зигота хасил булудан ясала, ә зиготадан индивидуаль үсеш процессында организм күзәнәкләре барлыкка килә.

Доминирлык итү (лат. «доминанс», «доминантис» — өстенлек итүче — 1) билгеле бер аллель (ген) тәэсиренең нәтиҗәлелеге өстенлек итү; ул доминант аллельнең башка (рецессив) аллель тәэсирен басуында, һәм яңа буында доминант аллель контролендә торучы билгенең яисә үзлекнең үсеш алуында күренә; 2) үсемлек төренең нинди дә булса бергәлектә өстенлек алу һәм биогеоценозга иң зур йогынты ясау сәләте (мәс., нарат урманында нарат); 3) төркем (өер, көтү) эчендә көчлерәк затның өстенлек итүе.

Кешенең килеп чыгышы — социаль-экономик яктан катлаулы оешу дәрәҗәсенә ирешкән һәм хезмәт эшчәнлегенә сәләтле социаль-биологик затның хайваннар дөньясыннан аерылып чыгу процессы. Кеше расасы (фр. «рас», ит. «разза» — ыруг, токым) — кешеләрнең нәселдән күчә килгән физик үзенчәлекләренең (тәненең, күзләренең төсе, аларның уелу формасы, күз кабагының төзелеше, канының группасы, аның үзенчәлекләре һ. б.), шулай ук өлешчә психо-физиологик үзенчәлекләренең (мәс., кайбер ферментларны барлыкка китерә алу сәләте һ. б.) уртаклыгы белән характерлана торган, тарихи формалашкан группасы (төр эчендә акылга ия булган кеше).

Кеше яши торган тирәлекне саклау — кешенең сәламәтлеген саклау өчен кирәк булган социаль-экономик, тарихи-культура, физик, химик һәм биологик уңайлыкларны тәэмин итүгә юнәлдерелгән халыкара, дәүләт күләмендәге, региональ һәм локаль (җирле) административ-хуҗалык, технологик, политик, юридик һәм иҗтимагый чаралар комплексы. Табигатьне саклау белән чагыштырып карагыз.

Классификация (лат. «классис» — разряд, группа + лат, «фацере» ясау) — нинди дә булса объектлар яки күренешләр җыелмасын гомуми бер билге яки билгеләре буенча шартлы рәвештә бүлү.

Конвергенция (лат. «конвергере» — якын килү, охшау) — 1) чыгышлары белән бер-берсеннән чагыштырмача ерак торган организмнар группаларында табигый сайланыш барышында анатомо-морфологик, физиологик һәм үзләрен тотышта охшаш сыйфатлар барлыкка килү. Мәс., акула, тунец (балык) һәм китсыманнарның (имезүчеләр) гәүдә формасы бертөрлерәк булу; К. процессында охшашлык тапкан органнар аналогик органнар дип атала; 2) табигый сайланыш барышында якын группа үсемлекләрдәге үзлекләрнең, үзара кушыла барып, бер төргә берләшкәнчегә кадәр якынаюы.

Литосфера (гр. «литос» — таш + гр. «сфера» — шар) — каты Җирнең тышкы катламы; ул Җир кабыгын һәм Җир мантиясенең өске өлешен, ягъни 50—200 км га кадәр тирәнлектәге (шул исәптән, континентларда — 50—75 км һәм океан төбендә 5—10 км) сфераны үз эченә ала. Литосферада организмнарның фактик таралышы әле җитәрлек өйрәнелмәгән.

Матдәләр алмашы — тере организмнарда матдәләрнең һәм энергиянең кулланылуы, әверелеше, үзләштерелүе, туплануы һәм чыгарып ташла-

нуы (югалуы). Алар организмга үзе яши торган тирәлек шартларында үз-үзен саклап калырга, үсәргә һәм үрчергә, шулай ук әлеге тирәлеккә, аның даими үзгәрешләренә җайлашырга (адаптацияләнергә) мөмкинлек бирәләр.

Матдәләр әйләнеше — табигатьтә, Кояш энергиясе тәэсирендә, матдәләрнең өзлексез кабатланып торган, азмы-күпме циклик («әйләнмәле») характердагы үзара бәйләнешле күчеш процессы. Табигатьтә матдәләр әйләнеше бөтенләй үк йомык түгел, матдәләрнең калдыклары биоген (геологик) токым рәвешендә ятмалар хасил итәләр. Табигатьтә матдәләр әйләнеше тере организмнар катнашында гына бара, ә соңгы тарихи чорда исә кеше аңа зур үзгәреш кертә.

Мейоз — (гр. «мейозис» — кечерәю, кимү) — өлгереп килгән җенес күзәнәкләренең (гаметаларның) бүленү процессы. Бүленү нәтиҗәсендә хромосомалар саны кими (редукция). Шунлыктан М. ны редукцион бүленү дип тә йөртәләр. М. үзенчәлекле фазалардан (профаза, метафаза, анафаза һәм телофазадан) тора. Митоз белән чаг.

Милли парк (СССРда рәсми атамасы — дәүләт карамагындагы табигый милли парк) — кеше кулы тимәгән табигате яки ял өчен культуралаштырылган табигый участоклары булган киң территория яки акватория. Территория яки акватория участокларын саклау бурычларын күздә тоту белән бергә М.п. кешеләр ялын оештыру урыны булып та хезмәт итә. СССРда милли парк атамасының табигый парк һәм халык паркы дигән синонимнары да кулланыла. Чит илләрдә табигый парк — билгеле бер төбәкнең («кыргый» яки культуралаштырылган табигатьнең, шул исәптән авыл хуҗалыгы җирләренең) матур, ләкин бик үк җитди сакланылмый торган ял итү урыны.

Мимикрия (гр. «мимикос» — охшау, охшату) — 1) хайваннарның бер төреннән булган затларның төсләре белән бер-берсенә охшап торулары (яклагыч төс), яисә формалары белән башка төр хайваннарга, үсемлекләргә яки аның өлешләренә (кайбер күбәләкләрнең — яфракка, агач кайрысына), предметларга (гәүдә формасы белән агач ботагын хәтерләтүче таякча дигән бөҗәк ботакка охшаган), ашарга яраксыз, агулы, ерткыч (куркыныч) хайваннарга (мәс., күкенең — карчыгага, пыялач күбәләкнең — шөпшәгә) охшаган булуы. М. хайваннарга яшәү өчен көрәштә җиңеп чыгарга ярдәм итә; төрнең затларына я үзләрен саклап калырга (саклагыч төс), я корбаннарына уңышлырак һөҗүм итәргә (юлбарыс, чуртан, алабуганың — буй-буй, ә капланның тимгелле төсе) мөмкинлек бирә торган җайлашу төсләренең иң таралган формаларыннан берсе; 2) үсемлекләрне серкәләндерүче файдалы бөҗәкләрне җәлеп итү яисә корткычларны куркыту өчен, бер төр үсемлекнең тышкы кыяфәте, чәчәкләренең формасы, төсе, исе белән башка үсемлеккә яки икенче бер төр үсемлек һәм хайваннарга охшавы. Мәс., белозор дигән үсемлекнең нектарсыз чәчәкләре баллы чәчәкләргә охшаган була һәм шуңа күрә серкәләндерүче бөҗәкләрне үзенә җәлеп итә.

Митоз (гр. «митоз» — җеп) — күзәнәк төшенең һәм тәненең хромосомалар санын киметмичә (редукциясез) бүленүе, бу процесс барышында үзенчәлекле фазалар булып уза (профаза, метафаза, анафаза һәм телофаза). Күзәнәкләр бүленүенең гадәти бер тибы. Мейоз белән чаг.

Модельләштерү (фр. «модель», итал. «моделло», лат. «модулус» — үлчәм, чама, үрнәк) — анатомо-морфологик структураларны, физиологик функцияләрне, эволюцион, экологик һ.б. процессларны гадиләштерелгән охшатып ясау (күчерелмәсен алу) юлы белән тикшерү методы — аларны макет, график (карта, график) яисә логик схема, тигезләмәләр системасы (математик модельләштерү) һ.б. рәвешендә күзаллау. Теләсә кайсы модель һәрвакыт гадиләштерелгән була һәм реаль объектка яки күренешкә тулысынча туры килеп бетми. Шуңа да карамастан, ул күп кенә процессларны, хәтта эксперименталь юл белән күчермәләрен алу мөмкин булмаган, мәс., гомумбиосфера, космик һ.б. шуның кебек, процессларны да тикшерергә мөмкинлек бирә. Математик М.— ул пар-пар бәйләнешләрнең бу бәйләнешләргә үзара мөнәсәбәтләрнең яңадан-яңа парларын берләштерә бару юлы белән бирелгән санча (тигезләмәләр системасы рәвешендәге) аңлатмасы. Бу исә бер санча кыйммәтне үзгәртеп, модельгә кертелгән башка күрсәткечләрнең үзгәрүен күрергә һәм шуның нигезендә мөмкин булган үзгәрешләр җыелмасының тулаем күренешен төзергә ярдәм итә. Мәс., Җир атмосферасындагы углекислый газның микъдары артудан туган тәэсирне — «теплица эффектын» — исәпләү климатта булып узган үзгәрешләрне, шулай ук якын һәм ерак киләчәктә булуы ихтимал үзгәрешләрне ачыкларга, димәк, планетада тереклек шартларын реконструкцияләргә һәм прогноз ясарга мөмкинлек бирә.

Ноосфера (сүзгә-сүз «фикерләүче тышча», акыл сферасы) — биосфера үсешенең бер фазасы, бу фаза барышында кешелек дөньясының акылга нигезләнгән эшчәнлеге биосфераның хәлиткеч функциональ факторына әверелә. Биосферага үзгәреш кертү белән бергә, кеше аны эволюция нәтиҗәсендә биологик төр буларак үзе килеп чыккан чактагы хәлендә һәм шунда, үз сәламәтлеген саклап һәм яхшырта барып, яши һәм хуҗалык итә алырлык хәлендә сакларга тырышырга тиеш. Әлеге шарт табигатьне үзгәртеп коруда чикләүче сәбәп булып хезмәт итә.

Организм (гр. «органон» һәм лат. «организмус» — корал, инструмент) — күп мәгънәле термин, иң киң мәгънәсендә тереклекнең барлык үзлекләренә ия булган тереклек иясен аңлата.

Планктон (гр. «планктос» — гизүче) — суда тереклек итүче һәм агымга актив каршылык күрсәтүгә сәләтсез, ягъни суда азмы-күпме пассив «эленгән хәлдә» торучы организмнар җыелмасы. Планктонга организмнарның иң вваклары да һәм аркылы кисеме 1 метрга җиткән эрерәкләре, мәс., медузалар да керә.

Продуктлылык — 1) биологик продуктлылык — популяция яки бергәлек (экосистема) тарафыннан мәйданның бер берәмлегендә яки тулаем бер вакыт берәмлегендә житештерелгән биомасса. 2) хуҗалык продуктлылыгы — мәйданның бер берәмлегендә билгеле вакыт берәмлеге эчендә затларның саны яки экономик яктан файдалы организмнарның (үсемлек, хайван, гөмбә, прокариотларның) биомассасы арту (туфракның, аулана торган хайван төрләренең, җир-суның продуктлылыгы һ.б.)

Систематика (гр. «система» — өлешләрдән төзелгән бөтенлек) — пред-

мет яки күренешләр җыелмасын, аларның тышкы билгеләренә карап кына түгел, бәлки бу объект яки күренешләрнең табигатенә салынган билгеләре буенча бүлү. Классификация белән чаг. Биологиядә С.— аның бер бүлеге, мөстәкыйль фәнни дисциплина.

Сорт (фр. «сорт» — разряд, категория) — бер төр үсемлекнең селекция нәтиҗәсендә китереп чыгарылган шактый сандагы җыелмасы; ул конкрет игү шартларында, нәселдән-нәселгә күчә торган, тотрыклы, билгеле бер анатомо-физиологик билгеләргә ия була.

Табигатьне саклау — хәзерге һәм киләчәк буын кешеләре интересларында Җирнең һәм аның тирәсендәге космик киңлекләрнең табигатен саклау, рациональ файдалану һәм яңартуга юнәлдерелгән халыкка, дәүләткүләм, региональ һәм локаль (җирле) административ-хуҗалык, технологик, политик, юридик һәм иҗтимагый чаралар комплексы.

Табигый ресурслар — терек һәм терек булмаган табигать объектларында тупланган һәм кешеләргә кирәкле материаль байлык чыганаклары. Т.р. хезмәт средствосы буларак файдаланылалар яки материаль байлык һәм кеше тормышы өчен уңайлы тирәлек булдыруның алшарты булып торалар. Аларны алыштырыла торган һәм алыштыргысыз ресурсларга (мәс., Кояш энергиясен берни белән дә алыштырып булмый), яңадан торгызыла һәм торгызып булмый торган (мәс., юкка чыккан төрне кабат кайтарып булмый), тулыландырыла (элек файдаланылмаган чыганаклар исәбенә, мәс., балык тотуда яңа регионнардан файдалану һәм балыкларның яңа төрләрен тота башлау һ.б. исәбенә) яки тулыландырылмый торган һәм, ниһаять, яңартып була (үрчү һәм башка процесслар барышында) һәм яңартып булмый торган ресурсларга бүлеп йөртәләр. Элек Кояш энергиясе һәм Дөнья океаны ресурслары чынлыкта бетмәс-төкәнмәс дип исәпләнелгән булса, хәзер инде Җир йөзендәге барлык Т.р.ның чиксез түгеллеге танылды.

Тирәлек — организм белән үзара турыдан-туры яки читләтелгән мөнәсәбәттә торган барлык җисемнәр һәм күренешләр (һәм табигый, һәм антропоген). Аны абиотик («терек булмаган»), биотик («терек») һәм антропоген (кеше тарафыннан булдырылган яки бик нык үзгәртелгән) тирәлекләргә аерып йөртү гадәткә кергән.

Токым — 1) авыл хуҗалыгы терлекләре токымы — бер төргә кергән хайваннарның нәселдән күчә килгән үзенә бертөрле морфологик, физиологик һәм хуҗалык билгеләре белән аерылып торучы, ясалма сайланыш ярдәмендә китереп чыгарылган группасы; 2) агач токымы — агаччыл үсемлекләр төре яки башка систематик категориясе яисә урман хуҗалыгына бәйләнешле группасы (ылыслы агач токымнары, төп токымнар һ.б.); 3) бакча-парк токымнары — агач-куак үсемлекләрнең хуҗалык ягыннан һәм биологик охшаш билгеләргә ия төрләре (яки сортлары) җыелмасы: орлыклылар, каты төшлеләр, чикләвеклеләр, субтропик үсемлекләр һ.б.

Туклану (азык) чылбыры — һәр группа (азык звеносы) алдагы звено өчен азык булып торган, ягъни азык — аны кулланучы (ерткыч — корбан, паразит — хуҗа һ.б.ш.) мөнәсәбәте белән бәйләнгән организмнар группаларының эзлеклелеге.

Тыюлык — закон нигезендә махсус саклана торган җир-су мәйданы

(территория, акватория); табигый комплексларны (эталоннар, табигый үрнәкләр буларак), кеше кулы тидермичә, үз хәлендә тоту, тереклек төрләрен саклау һәм табигый ресурсларны күзәтеп тору максатында, тыюлык җирләрендә барлык төр хуҗалык эшчәнлеге (шул исәптән кешеләрнең йөрүе) тулысынча тыела. Тыюлыкка чит тәэсирләр (мәс., сусаклагыч төзегәндә су басу) куркынычы туса, анда бары тик табигатьне саклап калу чаралары үткәрү генә рөхсәт ителә, ләкин, кагыйдә буларак, бу чаралардан экономик табыш алу максаты куелмый. СССРда тыюлык, бер үк вакытта, саклана торган башка табигый территорияләр (заказниклар, милли парклар һ.б. лар) составына керүче фәнни учреждение хезмәтен дә үти.

Төзелеш дәрәҗәсе — биологик структураның органик дөньяда тоткан урыны; гадәттә ул молекуляр (молекуляр-генетик), күзәнәк, организм (затлар), популяция-төр һәм биогеоценотик (экосистема) дәрәҗәләргә бүленеп йөртелә.

Хромосома (гр. «хрома» — төс, буяу + гр. «сома» — җисем) — күзәнәк төшенең үз-үзен яңартуга сәләтле структур элементы. Ул генетик (нәселдәнлекле) информацияне йөртүче ДНК ны үз эченә ала.

Экологик пирамида — график сурәт (берсе өстенә икенчесе куелган турыпочмаклыклар рәвешендәге модель) — биогеоценозда продуцентлар, консументлар һәм редуцентлар нисбәте. Э.п. масса (чи биомасса яки аның корылата авырлыгы) берәмлекләрендә күрсәтелергә мөмкин — бу биомасса пирамидасы, һәр дәрәҗәдәге затлар саны аша күрсәтелсә — саннар пирамидасы яки затларда тупланган энергия микъдары бирелсә — энергия пирамидасы була.

Экологик төр ясалу — бер яки берничә популяциянең башлангыч төрдән аерылып торучы һәм генетик яктан ныгыган башка төр билгеләре алу юлы белән баштагы төр ареалы чикләрендә яңа төр барлыкка килү. Төр ясалуның чагыштырмача сирәк очрагы.

Экосистема (гр. «ойкос» — торак, торган урын + гр. «система» — өлешләрдән төзелгән бербөтен) — тере организмнар һәм аларның яшәү тирәлегеннән гыйбарәт, үзара бәйләнештәге табигый яки табигый-антропоген комплекс.

Экосистеманың тотрыклылыгы — аның, тышкы факторлар тәэсиренә карамастан, үзенең структурасын һәм функциональ үзенчәлекләрен саклый алу сәләте.

ЭЧТӘЛЕК

Кереш 3

I БҮЛЕК. ЭВОЛЮЦИОН ТӘГЪЛИМАТ

1. Ч. Дарвинга кадәрге эволюцион карашлар. Дарвин тәгълиматы барлыкка килү . . 9
2. Дарвин тәгълиматының төп положениеләре. Дарвинизмның әһәмияте 13
3. Төр. Популяция 16
4. Нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек 19
5. Ясалма сайланыш. Хайван токымнары һәм үсемлек сортлары эволюциясенең факторлары 23
6. Яшәү өчен көрәш 27
7. Табигый сайланыш, эволюциянең башка факторлары . 32
8. Организмнарның җайлашуы һәм аның чагыштырмачалыгы 37
9. Яңа төрләрнең барлыкка килүе 42

II БҮЛЕК. ОРГАНИК ДӨНЬЯНЫҢ ҮСЕШЕ

10. Макроэволюция, аның дәлилләре 49
11. Үсемлекләр һәм хайваннар системасы — эволюция чагылышы 54
12. Органик дөнья эволюциясенең төп юнәлешләре . . . 58
13. Җирдә тереклекнең үсеш тарихы 63

III БҮЛЕК. КЕШЕНЕҢ КИЛЕП ЧЫГУЫ

14. Кешенең хайваннардан килеп чыгуына дәлилләр . . . 69
15. Антропогенезның этәргеч көчләре (факторлары) . . 74
16. Кеше эволюциясенең юнәлешләре. Иң борынгы кешеләр 79
17. Кеше эволюциясенең юнәлешләре. Борынгы кешеләр һәм хәзерге заманның беренче кешеләре 83
18. Кеше расалары. Расачылыкны һәм социал-дарвинизмны тәнкыйтьләү 86

IV БҮЛЕК. ЭКОЛОГИЯ НИГЕЗЛӘРЕ

19. Экологиянең бурычлары. Экологик факторлар һәм аларның үзара бәйләнеше. Математик модельләштерү . . 91
20. Тирәлекнең төп абиотик факторлары һәм терек табигать өчен аларның әһәмияте . 94
21. Организмнарның табигатьтәге сезонлы үзгәрешләргә җайлашуы. Фотопериодизм 97
22. Төр һәм популяция — аларга экологик характеристика 102
23. Төрләрдән рациональ файдалану һәм аларның күптөрлелеген саклап калу проблемалары 105

24. Экологик системалар . . 108
25. Биогеоценозлар буларак сулыклар һәм имәнлек . . . 112
26. Биогеоценозлардагы үзгәрешләр 120
27. Кеше тарафыннан барлыкка китерелә торган биогеоценозлар 124

V БҮЛЕК. БИОСФЕРА ТУРЫНДАГЫ ТӘГЪЛИМАТ НИГЕЗЛӘРЕ

28. Биосфера һәм Җир планетасы биомассасының үзлекләре 129
29. Коры җир өсте һәм океан биомассалары 134
30. Биосферада матдәләр әйләнеше һәм энергия әверелеше 139

VI БҮЛЕК. ЦИТОЛОГИЯ НИГЕЗЛӘРЕ

31. Күзәнәк теориясе . . . 147
32. Күзәнәк тышчасының төзелеше һәм функцияләре . 151
33. Цитоплазма һәм аның органоидлары: эндоплазматик челтәр, митохондрияләр һәм пластидлар 157
34. Гольджи аппараты, лизосомалар һәм цитоплазманың башка органоидлары. Тупланмалар 163
35. Төш 166
36. Прокариотик күзәнәкләр. Тереклекнең күзәнәксез формалары — вируслар 169
37. Күзәнәкнең химик составы. Неорганик матдәләр . . 173
38. Күзәнәкнең органик матдәләре. Аксымнар, аларның төзелеше 176
39. Аксымнарның үзлекләре һәм функцияләре 181
40. Углеводлар. Липидлар . . 185
41. Нуклеин кислоталары — ДНК һәм РНК 187
42. Матдәләр алмашы. Аденозинтрифосфат кислотасы— АТФ 192
43. Күзәнәктә энергия алмашы. АТФ синтезы 195
44. Пластик алмашу. Аксымнар биосинтезы. и-РНК синтезы 199
45. Рибосомада полипептид чылбыры синтезлану 204
46. Үсемлек күзәнәкләрендә пластик алмашу һәм энергия алмашы үзенчәлекләре . . . 209

VII БҮЛЕК. ОРГАНИЗМНАРНЫҢ ҮРЧҮЕ ҺӘМ ИНДИВИДУАЛЬ ҮСЕШЕ

47. Күзәнәкнең бүленүе. Митоз 215
48. Организмнарның үрчү формалары 219
49. Мейоз . . . .
50. Аталану 225
51. Организмның индивидуаль үсеше — онтогенез . . 228
52. Җирдә тереклек килеп чыгу һәм аның баштагы үсеше 232

VIII БҮЛЕК. ГЕНЕТИКА НИГЕЗЛӘРЕ

53. Нәселдәнлекне өйрәнүнең гибридологик методы. Мендельнең беренче законы . . . 241
54. Нәселдән нәселгә күчү закончалыкларының цитологик нигезләре 246
55. Дигибрид кушылдыру. Мендельнең икенче законы . . 250
56. Дигибрид кушылуның цитологик нигезләре 254
57. Билгеләрнең нәселгә тоташып күчү күренеше һәм җенес генетикасы 256

58. Бербөтен система буларак генотип 261
59. Кеше генетикасы, аның медицинада һәм сәламәтлек саклаудагы әһәмияте . . . 264
60. Модификацион үзгәрүчәнлек 269
61. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге 274
62. Нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлекнең материаль нигезләре 280
63. Генетика һәм эволюцион теория 282

IX БҮЛЕК. ҮСЕМЛЕКЛӘР, ХАЙВАННАР ҺӘМ МИКРООРГАНИЗМНАР СЕЛЕКЦИЯСЕ

64. Хәзерге заман селекциясенең бурычлары 289
65. Культуралы үсемлекләрнең күптөрлелек һәм килеп чыгу үзәкләре 291
66. Үсемлекләр селекциясе . 293
67. И. В. Мичурин хезмәтләре. Советлар Союзында үсемлекләр селекциясенең казанышлары 298
68. Хайваннар селекциясе . . 302
69. Хайваннарның күп продукт бирә торган токымнарын китереп чыгару. Микроорганизмнар селекциясе. Биотехнология 307

X БҮЛЕК. БИОСФЕРА ЭВОЛЮЦИЯСЕ. КЕШЕ ЭШЧӘНЛЕГЕ НӘТИҖӘСЕНДӘ ТАБИГАТЬ ЗАКОНЧАЛЫКЛАРЫНЫҢ БОЗЫЛУЫ

70. Биосфера һәм фән-техника прогрессы 315
71. Ноосфера 328
Терминнар күрсәткече . . . 328
Терминнар сүзлеге 334

Дәреслектән файдалану турында мәгълүматлар

№	Укучының исеме һәм фамилиясе	Уку елы	Дәреслекнең торышы	
			ел башында	ел азагында
1 2 3 4				

Учебное издание

Юрий Иванович Полянский
Александр Давидович Браун
Николай Михайлович Верзилин и др.

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Учебник для 10—11 классов средней школы

8-е издание

(перевод с русского на татарский язык)

Редакторы **Ф. Г. Иштирәкова, Ю. Ә. Әминов**
Художество редакторы **Л. С. Золондинова**
Техник редакторы **А. С. Газизҗанова**
Корректорлары **С. Н. Мифтахова, М. Ш. Хәйруллина**

ИБ № 6307

Диапозитивлардан басарга кул куелды 14.06.91. Форматы 60×90 1/16. 100 гр. офсет кәгазе № 1. Литературная гарнитурасы. Офсет басма. Басма табагы 21,5 + форзац 0,3. Шартлы буяу-оттиск 87,5 Нәшер-хисап табагы 21,06 + форзац 0,4. Тиражы 23 600. Заказ К-264. Бәясе 3 сум.

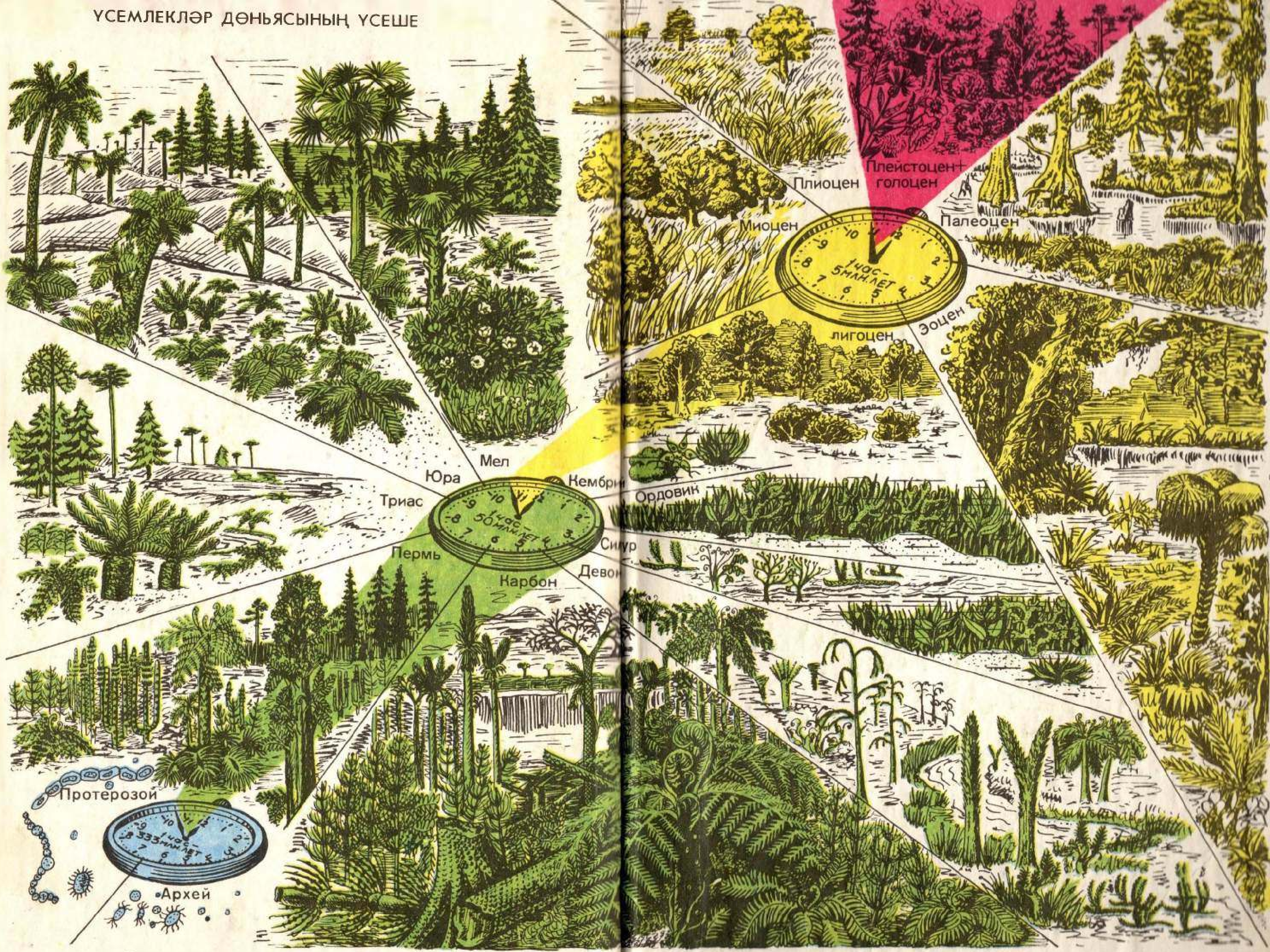
Татарстан китап нәшрияты. 420111. Казан, Бауман ур., 19.
Татарское книжное издательство. 420111. Казань, ул. Баумана, 19.

Татарстан ССР Информация һәм матбугат министрлыгының К. Якуб исемендәге полиграфия-производство берләшмәсе. 420111. Казан, Бауман ур., 19.

ҖИРДӘ ҮСЕМЛЕКЛӘР ДӨНЬЯСЫНЫҢ ҮСЕШ ЭТАПЛАРЫ

Үсемлекләр дөньясының үсеш эзлеклелеген һәм дәвамлылыгын күрсәткән төсләр хайваннар дөньясының үсешен чагылдырган форзацтагы кебек үк. Археозой эрасында һәм палеозой эрасы башында су үсемлекләре генә була. Бары тик Силур чорында гына үсемлекләр коры җирдә дә үсә башлыйлар. Карбонда (ташкүмер чоры) наратбаш, плаун һәм абагаларга ырудаш мәһабәт урманнар үсеп чыга. Беренче ачык орлыклылар күренә башлый һәм алар мезозойда өстенлек алалар. Акбур чорында ук барлыкка килгән ябык орлыклылар кайнозой эрасында аеруча киң таралалар. Тайга һәм башка төр ылыслы урманнардан кала, алар ачык орлыклыларны һәркайдан кысрыклап чыгаралар.

ҮСЕМЛЕКЛӘР ДӨНЬЯСЫНЫҢ ҮСЕШЕ



МЕЗОЗОЙ ЭРАСЫ

АРХЕОЗОЙ ЭРАСЫ

ПАЛЕОЗОЙ ЭРАСЫ

3 сум